

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
Departamento de Zoología



TESIS DOCTORAL

**Estudio comparativo de las comunidades infaunales de la
zona submareal de las rías de Arosa y de Muros (NW. de
España)**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR
PRESENTADA POR

Eduardo López-Jamar Martinez

Madrid, 2015

TP
1986
020

Eduardo López-Jamar Martínez



* 5 3 0 9 8 6 9 7 3 2 *
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE

x-53-01156-9

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS COMUNIDADES INFAUNALES
DE LA ZONA SUBMAREAL DE LAS RIAS DE AROSA Y DE MUROS
(NW DE ESPAÑA)**

Departamento de Zoología
Facultad de Ciencias Biológicas
Universidad Complutense de Madrid
1986



BIBLIOTECA

Colección Tesis Doctorales. Nº 20/86

© Eduardo López-Jamar Martínez
Edita e imprime la Editorial de la Universidad
Complutense de Madrid. Servicio de Reprografía
Noviciado, 3 28015 Madrid
Madrid, 1986
Xerox 9400 X 721
Depósito Legal: M-16467-1986

Eduardo López-Jamar Martínez

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS COMUNIDADES INFAUNALES DE LA ZONA
SUBMAREAL DE LAS RIAS DE AROSA Y DE MUROS (NW DE ESPAÑA)

Director de Tesis: Prof. Dr. D. Rafael Alvarado Ballester,
Catedrático de Zoología de la Universidad
Complutense de Madrid.

Vº Bº
R. Alvarado

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

Facultad de Biología
Departamento de Zoología
Madrid, 1982

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento al Prof. Dr. D. Rafael Alvarado Ballester, director de esta Tesis, por su inestimable ayuda.

Asimismo, mi agradecimiento al Dr. X. Niell por sus críticas constructivas.

Al Dr. Jerónimo Corral, Dr. Kenneth R. Tenore y Dr. Donald C. Rhoads, por su constante ayuda y estímulo.

A Ernesto Penas y al personal del Centro de Cálculo de la Universidad de Santiago, por su desinteresada colaboración en el tratamiento matemático de los datos.

A Jaime Mejuto y Antonio Celso Fariña por su ayuda en la separación de las muestras y en los análisis granulométricos.

A Guillermo Román y a Eduardo González Gurriarán, por su ayuda en la identificación de moluscos y crustáceos.

A todos los compañeros del Laboratorio de La Coruña del Instituto Español de Oceanografía, que de alguna manera han colaborado para que este trabajo se llevara a cabo.

Este trabajo se ha realizado con fondos del Programa Cooperativo nº 0020 entre España y Estados Unidos, del Instituto Español de Oceanografía y el Skidaway Institute of Oceanography (Georgia, U.S.A.).

I N D I C E

	<u>pág.</u>
1. INTRODUCCION	1
1.1. Objetivos de la presente investigación	3
1.2. Revisión bibliográfica	3
1.2.1. Revisión de métodos y conceptos	3
1.2.2. Investigaciones sobre infauna bentónica en Galicia...	5
1.3. Descripción del área y del ambiente	5
1.3.1. Topografía y sedimentología	5
1.3.2. Hidrografía y sistema pelágico	6
2. MATERIAL Y METODOS	9
2.1. Selección de las estaciones	11
2.2. Área mínima de muestreo	11
2.3. Tamizado, separación e identificación de los organismos...	13
2.4. Cálculo de las biomásas y medidas de talla	14
2.5. Análisis granulométrico del sedimento	14
2.6. Contenido en materia orgánica, en carbono y en nitrógeno del sedimento	16
2.7. Análisis de los datos	17
3. RESULTADOS Y DISCUSION	19
3.1. Estudio espacial de la Ría de Arosa	21
3.1.1. Granulometría de los sedimentos	21
3.1.2. Contenido de materia orgánica total en el sedimento..	25
3.1.3. Contenido en carbono y en nitrógeno orgánicos	25
3.1.4. Descripción faunística de las estaciones y estructura de las comunidades	32
3.1.5. Análisis factorial de las correspondencias	43
3.1.6. Diversidad y equitatividad	49

	pág.
3.1.7. Biomasa	51
3.1.8. Discusión	55
3.2. Estudio temporal de la Ría de Arosa	59
3.2.1. Variación temporal de las características del sedimento	61
3.2.2. Variación temporal de las comunidades	69
3.2.3. Variación temporal de la diversidad	77
3.2.4. Variación temporal de la biomasa	79
3.2.5. Discusión	83
3.3. Estudio espacial de la Ría de Muros	85
3.3.1. Granulometría de los sedimentos	87
3.3.2. Contenido de materia orgánica total en el sedimento ..	91
3.3.3. Descripción faunística de las estaciones y estructura de las comunidades	92
3.3.4. Análisis factorial de las correspondencias	105
3.3.5. Diversidad y equitatividad	110
3.3.6. Biomasa	112
3.3.7. Discusión	116
3.4. Estudio temporal de la Ría de Muros	119
3.4.1. Variación temporal de las características del sedimento	121
3.4.2. Variación temporal de las comunidades	129
3.4.3. Variación temporal de la diversidad	138
3.4.4. Variación temporal de la biomasa	140
3.4.5. Discusión	143
3.5. Estudio espacial comparativo de las Rías de Muros y Arosa..	145
3.5.1. Comparación de las comunidades	147
3.5.2. Comparación de la biomasa	152
3.5.3. Discusión	153
3.6. Estudio autoecológico de las especies dominantes	155
3.6.1. <i>Amphiura filiformis</i>	157

-v-

	<u>pág.</u>
3.6.2. <i>Amphiura chiajei</i>	160
3.6.3. <i>Maldane glebifex</i>	162
3.6.4. <i>Sternaspis scutata</i>	164
3.6.5. <i>Spiochaetopterus costarum</i>	167
4. RESUMEN Y CONCLUSIONES	169
BIBLIOGRAFIA	175

1. INTRODUCCION

1. INTRODUCCION

1.1. Objetivos de la presente investigación.

El objetivo principal de este trabajo es la descripción de las comunidades bentónicas infaunales de las Rías de Muros y de Arosa (Galicia), relacionando su distribución con características ambientales. La elección de estas dos rías responde al hecho de que una de ellas, la Ría de Arosa, es un sistema en el que el hombre ha modificado intensamente el ambiente, mediante el cultivo en gran escala del mejillón, y en menor cuantía, de ostra, en viveros flotantes (bateas). Por el contrario, la Ría de Muros está considerada como la menos afectada por las actividades humanas; en ella, el cultivo de moluscos en bateas es mucho menos importante que en la Ría de Arosa.

El mejillón es un organismo con una eficiencia muy baja en la utilización del alimento disponible (TENORE et al., 1973), por lo que gran parte del alimento ingerido por este molusco se deposita en el fondo en forma de heces y pseudoheces. Esta gran acumulación de materia orgánica en el fondo puede traducirse en una deficiencia de oxígeno en el sedimento, que puede afectar profundamente a las comunidades infaunales. El estudio comparativo de la infauna bentónica en estas dos rías puede entonces aportar datos de interés para evaluar la influencia de las actividades humanas sobre la infauna.

1.2. Revisión bibliográfica.

1.2.1. Revisión de métodos y conceptos.

Los estudios cuantitativos del bentos infaunal comenzaron con la utilización de una draga cuantitativa: la draga Petersen (PETERSEN & JENSEN, 1911). La ventaja de las dragas cuantitativas de este tipo sobre las dragas de arrastre es que permiten realizar estimaciones de índices faunísticos, como biomasa y densidad, por unidad de área de fondo. De este modo es posible establecer comparaciones entre distintas áreas. Por otra parte, la posibilidad de cuantificar las comunidades bentónicas permite estimar su importancia como alimento de las poblaciones de peces bentónicos.

El concepto de "comunidad" fue aplicado por primera vez en los estudios de bentos infaunal por PETERSEN (1913, 1915, 1918). Actualmente hay

controversia con respecto al significado ecológico del término "comunidad", y coexisten dos puntos de vista distintos: el primero considera a las comunidades como unidades ecológicas fundamentales (biocenosis), que poseen una cierta autorregulación biológica en cuanto a su composición. El segundo punto de vista, por el contrario, contempla las comunidades como meras asociaciones de organismos cuya presencia en determinado hábitat viene regulada sólo por las tolerancias ecológicas de las especies que las integran.

No vamos a discutir en este trabajo las distintas teorías sobre el sentido ecológico del concepto de "comunidad". Aunque no haya acuerdo sobre este tema, la mayor parte de los autores continúan utilizando este término. Por esta razón seguiremos empleándolo en este trabajo.

Muchos autores han señalado la importancia de las variables ambientales en la distribución de las comunidades infaunales. MOLANDER (1928) señala la salinidad y la temperatura como los factores más importantes, pero da poca importancia a las características del sedimento. Algunos investigadores ingleses (DAVIS, 1925; JONES, 1950) consideran las propiedades físicas del sedimento como los factores que más afectan a la distribución de las comunidades infaunales. THORSON (1957) indica que hay otros muchos factores que afectan a los organismos bentónicos. De hecho, la fauna bentónica puede dar más información sobre el ambiente sedimentario que éste sobre la fauna.

Se han hecho muchos intentos para clasificar la fauna bentónica en grupos más o menos lógicos. PETERSEN (1918) la divide en infauna y epifauna. La infauna está compuesta por los organismos que viven en el interior del sedimento, mientras que la epifauna la componen aquellos organismos que viven fijos o asociados de alguna forma con sustratos más o menos duros (rocas, guijarros, conchas, etc.). MARE (1942) divide la infauna en 3 grupos: (1): macrofauna, compuesta por los organismos que quedan retenidos en un tamiz de 1 mm de malla; (2) meiofauna, formada por los organismos que pasan la malla de 1 mm pero quedan retenidos en una malla de 0.1 mm; y (3) microfauna, compuesta por los organismos que pasan el tamiz de 0.1 mm. Una clasificación de la infauna basada en el tamaño de la malla no es muy afortunada, ya que una misma especie puede pertenecer a diferentes categorías a lo largo de su desarrollo. De todas formas, el criterio del tamaño de malla se sigue utilizando; el problema consiste en elegir adecuadamente este tamaño. Recientemente, la mayoría de los autores consideran la macrofauna como

el conjunto de organismos que quedan retenidos en una malla de 0.5 mm, y consideran los términos de infauna y macrofauna equivalentes, conservando los de meiofauna y microfauna para los grupos anteriormente definidos.

1.2.2. Investigaciones sobre infauna bentónica en Galicia.

Existen trabajos cuantitativos sobre la infauna de la zona intermareal de las costas gallegas (VIEITEZ, 1976, 1978; ANADON, 1977). Sin embargo, los estudios cuantitativos en la zona submareal son más escasos. La Ría de Pontevedra está relativamente bien estudiada (LOPEZ-JAMAR, 1978a, 1978b; MORA *et al.*, en prensa), sobre todo en relación con la contaminación orgánica producida por la fábrica de celulosa situada en el interior de la ría. Recientemente, MORA (1980) realizó un estudio muy completo de las comunidades infaunales de la zona submareal de la Ría de Arosa, aunque sus datos difícilmente pueden considerarse como cuantitativos a causa del método de muestreo empleado (draga de arrastre y tamiz de 2 mm). En la Ría de Muros existe un estudio sobre la distribución espacial de la infauna submareal (LOPEZ-JAMAR, 1981), parte de cuyos datos han sido utilizados en este trabajo.

1.3. Descripción del área y del ambiente.

1.3.1. Topografía y sedimentología.

Las rías gallegas son el resultado de la inmersión de antiguos valles fluviales; desde el punto de vista litológico, están situadas en un área fundamentalmente granítica (TEX, 1961; BERTHOIS *et al.*, 1965; NONN, 1966; PANNEKOEK, 1966, 1970). Los sedimentos del fondo de las rías provienen en su mayor parte de aportes fluviales, y en general son predominantemente fangosos. No hay datos precisos sobre las tasas de sedimentación, pero teniendo en cuenta la composición del sedimento, es lógico suponer que es bastante elevada.

La Ría de Arosa es la más extensa de las rías gallegas, con un área aproximada de 250 km². En ella desembocan los ríos Ulla y Umia, aparte de otros ríos más pequeños. La profundidad máxima alcanza los 65 m, y se localiza en el canal central de la ría. La Ría de Muros es bastante más pequeña (aproximadamente 100 km²) y más abierta al océano. El principal río que desemboca en ella es el Tambre. La profundidad máxima alcanza los 52 m, en la parte exterior de la ría.

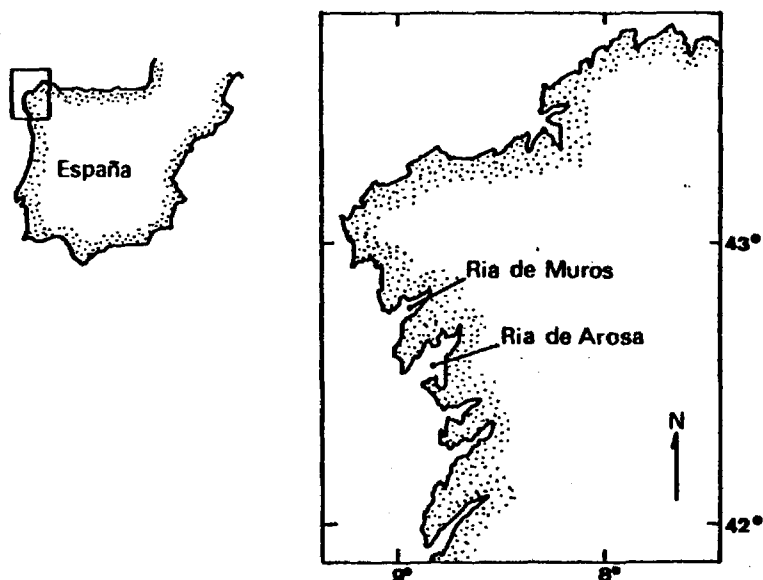


Fig. 1.- Situación de las Rías de Arosa y de Muros en la Península Ibérica.

1.3.2. Hidrografía y condiciones pelágicas.

En las Rías Bajas, las variaciones de salinidad y de temperatura son de poca amplitud (SAIZ *et al.*, 1957, 1961; ANADON *et al.*, 1961; GOMEZ GALLEGO, 1971, 1975). La temperatura superficial varía anualmente entre 12 y 18 ° C, y el agua de fondo oscila entre 11 y 13 °C. La salinidad de la capa superficial varía entre 30 y 35 ‰, mientras que en el agua de fondo varía muy poco, permaneciendo prácticamente constante a 35.6 ‰. La columna de agua se estratifica en verano, pero en el resto del año hay procesos de mezcla más o menos intensos.

Las Rías Bajas reciben intrusioniones de agua atlántica profunda (MADELAIN, 1967; GOMEZ GALLEGO, 1971, 1975; MOLINA, 1972; MILLER *et al.*, 1974; OTTO, 1975). Existe una gran vena de agua noratlántica que fluye paralelamente a

la plataforma continental gallega, y cuya profundidad puede variar debido a la influencia de una masa de agua mediterránea, más densa y profunda, que circula en dirección al Norte. El agua noratlántica presenta afloramientos esporádicos en la plataforma y en las rías gallegas (MOLINA, 1972; OTTO, 1975). Este último autor indica que a partir de los 40 m de profundidad, en la Ría de Arosa el 30 % de agua corresponde a la masa de agua corresponde a la masa de agua noratlántica, y que esta masa de agua aflora en superficie en la parte media e interna de la Ría de Arosa. Aunque la causa de estos afloramientos locales aún no está muy clara, TENORE & GONZALEZ (1975) pudieron relacionar afloramientos de aguas ricas en nutrientes en épocas de vientos predominantes del NE, con períodos de elevada producción primaria. Muestreos posteriores en las Rías de Arosa y de Muros demuestran que estos afloramientos ocurren una o dos veces al mes, aunque son menos frecuentes en verano. Estos afloramientos intermitentes ocasionan en ambas rías períodos de alta producción primaria (TENORE & GONZALEZ, 1975; CAMPOS & MARINO, en prensa).

En invierno, la producción fitoplanctónica es típicamente baja, debido a que en esta época la luz actúa como factor limitante. En verano, aunque la luz existente favorecería una elevada producción, la estratificación de la columna de agua impide que las capas profundas, ricas en nutrientes, alcancen la zona fótica, por lo que la producción primaria también suele ser baja (GONZALEZ, comunicación personal). Sin embargo, en otoño y primavera, cuando las condiciones de luminosidad son relativamente favorables y se presentan afloramientos de aguas ricas en nutrientes, la producción fitoplanctónica presenta valores muy elevados.

El zooplancton de las Rías de Arosa y de Muros es relativamente diferente. Aunque las comunidades de copépodos son similares en ambas rías, en la Ría de Arosa el zooplancton está dominado por la larva zoea del decápodo Pisidia longicornis, cuyo adulto se presenta en grandes cantidades formando parte de la epifauna de las bateas. Las larvas zoea de este decápodo pueden ejercer una importante acción depredadora sobre las larvas de peces de pequeño tamaño (LOPEZ-JAMAR, 1977). Sin embargo, la abundancia de esta larva en la Ría de Muros es mucho menor debido al menor número de bateas; esto determina que la biomasa zooplanctónica de esta ría en primavera y vera-

no, que son las épocas de mayor abundancia de larvas de P. longicornis, sea bastante más baja que en la Ría de Arosa (CORRAL & ALVAREZ-OSSORIO, 1978).

2. MATERIAL Y METODOS

2. MATERIAL Y METODOS

2.1. Selección de las estaciones.

La selección de las estaciones de muestreo se realizó atendiendo a tres criterios: (1) cubrir la mayor área posible de muestreo con un número no muy elevado de estaciones (13 en cada ría), de modo que se pudieran delimitar las comunidades dominantes; (2) cubrir el intervalo más amplio posible de variación de las variables ambientales consideradas como más importantes: tipo de sedimento y contenido orgánico; y (3) evitar fondos en los que el muestreo fuera poco efectivo con la draga disponible (guijarros, fondos rocosos, etc.).

En la figura 2 se indican las estaciones estudiadas en la Ría de Arosa. En estas 13 estaciones se realizó un muestreo en otoño - invierno, con el fin de delimitar la distribución espacial de las comunidades. Después del estudio espacial, se seleccionaron 3 estaciones (2, 7 y 10) representativas de cada comunidad, en las que se continuó el muestreo bimensualmente durante un año para estudiar la variación temporal.

El mismo procedimiento se siguió en la Ría de Muros (fig. 3). En esta ría, de las 13 estaciones para el estudio espacial se seleccionaron las estaciones 2, 6 y 10 para el estudio de la variación en el tiempo de las comunidades.

2.2. Área mínima de muestreo.

El primer problema que se plantea al programar un estudio bentónico es la estimación del número mínimo de muestras que se deben tomar para obtener una idea adecuada de la estructura de las comunidades. En los primeros estudios de la infauna sólo se tomaban una o dos muestras en cada estación, y luego se extrapolaban los datos para obtener parámetros por unidad de área de fondo. THORSON (1957) sugiere que el área mínima debe ser de 0.1 m^2 , pero otros autores (LONGHURST, 1964) prefieren utilizar un área mayor. LIE (1968) señala que 3 ó 4 muestras de 0.1 m^2 cada una son suficientes para muestrear las especies que en conjunto forman el 95 % de los individuos de esa estación. El área mínima que se debe muestrear dependerá en última instancia de los problemas concretos planteados en cada trabajo.

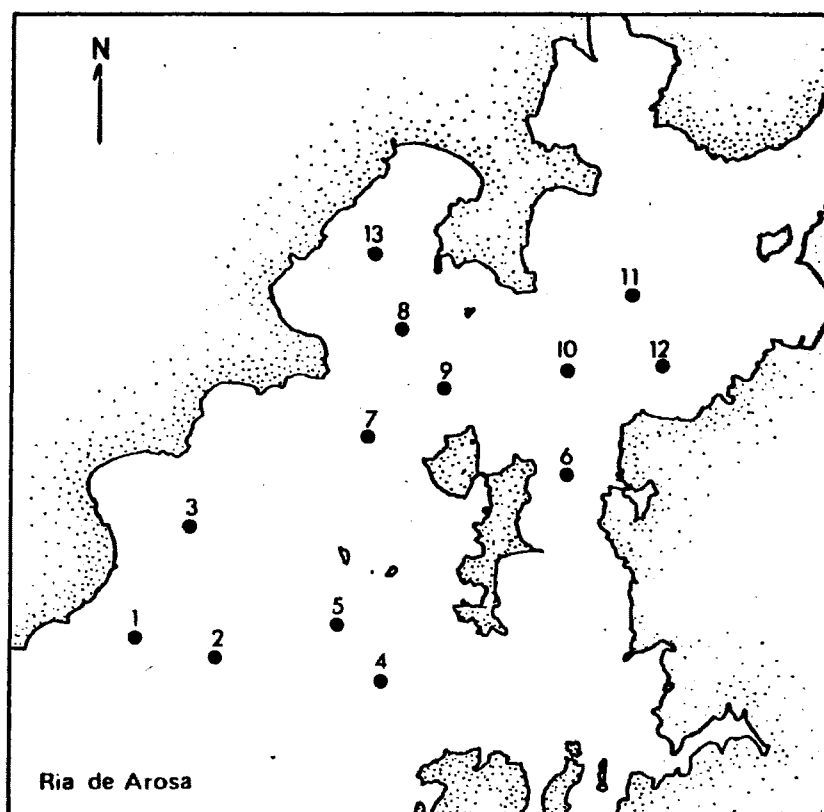


Fig. 2.- Situación de las estaciones de muestreo en la Ría de Arosa.

La draga utilizada en este estudio es una Van Veen de 0.05 m^2 . En un trabajo anterior en la Ría de Pontevedra (LOPEZ-JAMAR, 1978 b) se llegó a la conclusión de que 5 muestras tomadas con esta draga ($= 0.25 \text{ m}^2$) eran suficientes para obtener una imagen representativa de la estructura de las comunidades en la zona submareal de las Rías Bajas, por lo menos en lo que se refiere a la densidad de los organismos. Este número mínimo de muestras es el que se ha utilizado en este trabajo.

2.3. Tamizado, separación e identificación de los organismos.

En el presente trabajo nos hemos limitado al estudio de la macrofauna bentónica, considerando como tal la que queda retenida en el tamiz de 0.5 mm de malla. Todas las muestras se tamizaron a bordo, y el material retenido en el tamiz se fijó con formol al 5 % neutralizado con bórax.

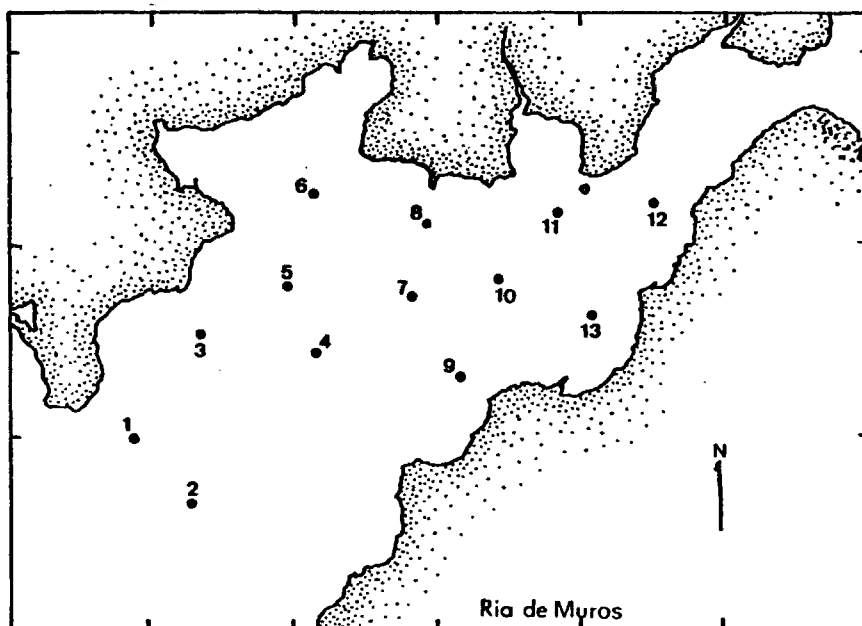


Fig. 3.- Situación de las estaciones de muestreo en la Ría de Muros.

Los organismos se separaron en el laboratorio, colocando pequeñas porciones de sedimento en bandejas de fondo blanco. Las especies que viven fijas a sustratos duros (algunos hidrozoos, esponjas, briozoos, etc.) no se tuvieron en cuenta, ya que no pertenecen a la infauna.

En este estudio hemos agrupado los organismos en cinco grupos: poliquetos, moluscos, equinodermos, crustáceos y "otros" (nemertinos, hidrozoos, etc.). Aunque la mayoría de los organismos fueron identificados, en algunos de ellos sólo se pudo llegar al nivel de familia o de género.

2.4. Cálculo de las biomásas y medidas de talla.

Para hacer una estimación de la biomasa, se calculó el peso seco sin cenizas de cada especie en todas las muestras. Para ello, los organismos se secaron en una estufa a 100 °C durante 24 horas, y posteriormente se calcinaron en una mufla a 500 °C durante el mismo tiempo. Las muestras, previamente enfriadas en un desecador, se pesaron en una balanza Mettler H35 A3, con una precisión de décimas de miligramo.

En algunas de las especies dominantes se calcularon las relaciones talla/peso. En los ofiuroides Amphiura chiajei y A. filiformis, la medida utilizada fue el diámetro del disco; en el poliqueto Sternaspis scutata se midió la anchura del scutum. Para estas mediciones se utilizó un micrómetro Nikon-Kellner, con una precisión de décimas de milímetro. Las pesadas de cada individuo para el cálculo de la relación talla/peso se realizaron con una balanza Mettler M5 SA, con una precisión de microgramos. En las estimaciones de biomasa, el peso seco sin cenizas se consideró equivalente al peso de materia orgánica.

2.5. Análisis granulométrico del sedimento.

Para realizar los análisis granulométricos del sedimento, en cada estación se recogió una muestra de aproximadamente 400 ml de sedimento. De esta muestra se extrajeron alícuotas para estimar el contenido orgánico total y el porcentaje de carbono y de nitrógeno orgánicos, que fueron conservadas en el congelador hasta su posterior tratamiento.

El método utilizado para realizar la granulometría es el recomendado por BUCHANAN & KAIN (1971), que podemos resumir de este modo:

A 50 g de sedimento previamente desecado (100 °C, 24 h) se añaden 300 ml de agua destilada y 10 ml de hexametáfosfato sódico (6.2 g/l). La mezcla se disgrega al máximo con un agitador y se deja reposar durante 24 horas. Después de agitar de nuevo, el sedimento se tamiza en húmedo (con agua destilada sin sobrepasar 1 litro) con una malla de 62 μ m. Esto nos separa la "fracción gruesa", que queda retenida en el tamiz, y la "fracción fina", que queda en suspensión en el agua destilada. La fracción gruesa se seca en la estufa (100 °C, 24 h) y se tamiza en una columna tamizadora con mallas de 2, 1, 0.5, 0.25, 0.125 y 0.062 mm. En la práctica, el tamiz de 2 mm rara vez fue necesario, dada la carencia de arena gruesa en la mayoría de las muestras.

El tratamiento de la fracción fina se debe realizar a 20 °C, ya que la velocidad de sedimentación de las partículas depende de la temperatura. La fracción fina, en suspensión en el agua destilada, se traspasa a una probeta, enrasando hasta 1 l con agua destilada. Se agita fuertemente hasta que el sedimento esté homogéneamente distribuido en el agua, y se toman muestras de 20 ml, a 10 cm del nivel superior de la probeta, a los siguientes tiempos: 0", 1'56", 7'44", 31'00" y 2 h 03'00". Estos intervalos corresponden a los tiempos de sedimentación de las partículas de 0.031, 0.0156, 0.0078 y 0.0039 mm. La muestra inicial (0") nos permite calcular el peso total de sedimento en la probeta. Los pesos de estas muestras, previamente desecadas (100 °C, 24 h), se multiplican por 50 (20 ml x 50 = 1000 ml iniciales), y por diferencias obtenemos los pesos reales de cada fracción. Con estos valores y con los pesos de sedimento obtenidos en la tamización de la fracción gruesa, se elabora la tabla de porcentajes acumulativos, que al representarla gráficamente, obtenemos la curva de porcentajes acumulativos.

Como puede observarse, se ha utilizado la escala de Wentworth: 2, 1, 0.5, 0.25, 0.125, 0.062, 0.031, 0.0156, 0.0078 y 0.0039 mm. Para comodidad en las representaciones gráficas y en los cálculos, esta escala se transformó en la notación ϕ , siendo $\phi = -\log_2$ del diámetro en milímetros. De este modo, la escala Wentworth se convierte en -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 unidades ϕ .

De la curva de porcentajes acumulativos se calcula el diámetro medio (Q_{50}) y el primer y tercer cuartil (Q_{25} y Q_{75}). El coeficiente de selección del sedimento, que nos da una idea de la dispersión del tamaño de las partí-

culas alrededor del diámetro medio, se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$S_o = \sqrt{Q_{25}/Q_{75}}$$

Según los valores de este coeficiente, la selección del sedimento se clasifica de acuerdo con la tabla de TRASK (1950):

$S_o < 1.17$	Muy buena
$1.17 < S_o < 1.20$	Buena
$1.20 < S_o < 1.35$	Moderadamente buena
$1.35 < S_o < 1.87$	Moderada
$1.87 < S_o < 2.75$	Pobre
$2.75 < S_o$	Mala

El sedimento de las estaciones también se clasificó según los porcentajes de arena (fracción mayor de 125 μ m), fango (fracción comprendida entre 3.9 y 125 μ m) y arcilla (fracción menor de 3.9 μ m). Estos tres valores se representan en un diagrama de tres ejes, lo que nos permite visualizar rápidamente el tipo de sedimento de cada estación.

2.6. Contenido en materia orgánica, en carbono y en nitrógeno del sedimento.

El contenido en materia orgánica del sedimento se calculó por calcinación de las muestras a 500 °C durante 24 horas, después de secarlas a 100 °C durante el mismo tiempo. La pérdida en peso de la muestra después de calcinarla de este modo se consideró una aceptable aproximación al valor total de materia orgánica en el sedimento. Este método, aunque no es tan preciso como otros métodos químicos, presenta la ventaja de su rapidez y es útil a efectos comparativos. Por otra parte, la correlación de los valores de materia orgánica así obtenidos con las proporciones de carbono y de nitrógeno orgánicos resultó ser bastante alta.

Para estimar el contenido en carbono y nitrógeno orgánicos en el sedimento, se utilizó un analizador elemental Perkin Elmer 240. La temperatura de combustión fue de 950 °C, y se usó acetanilida como patrón. Los carbonatos del sedimento fueron previamente eliminados mediante tratamiento con ácido fosfórico.

2.7. Análisis de los datos.

Con el fin de delimitar las comunidades infaunales, se aplicaron dos métodos: dendrograma de similaridad (SOUTHWOOD, 1971) y análisis factorial de las correspondencias (BENZECRI, 1970, 1976).

Para estimar la similaridad entre inventarios, se utilizó el índice de Morisita (MORISITA, 1959) modificado por HORN (1966). Este índice no sólo tiene en cuenta el número de especies comunes en dos muestras dadas, sino también sus respectivas abundancias, por lo que es más adecuado para nuestro propósito. Viene dado por la fórmula:

$$C_{\lambda} = \frac{2 \sum_{i=1}^s x_i y_i}{(\lambda_x + \lambda_y)XY}$$

donde s = número total de especies entre las dos muestras

x_i = número de individuos de la especie i en la muestra x

y_i = número de individuos de la especie i en la muestra y

X = número total de individuos en la muestra x

Y = número total de individuos en la muestra y

$$\lambda_x = \sum_{i=1}^s x_i^2 / X^2$$

$$\lambda_y = \sum_{i=1}^s y_i^2 / Y^2$$

Para calcular la diversidad se utilizó el índice de Shannon (SHANNON & WEAVER, 1963), que viene expresado por la fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^{i=k} p_i \log_2 p_i$$

siendo p_i la proporción de la especie i en la muestra, y k el número de especies en esa muestra.

También se calculó la equitatividad (1) o "evenness", según PIELOU (1966), mediante la fórmula:

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}} \quad \text{siendo } H'_{\max} = \log_2 k$$

(1) Aunque el término inglés "evenness" ha sido traducido por algunos autores como "equitabilidad", aquí se utilizará el término "equitatividad", siguiendo las sugerencias del Dr. Alvarado.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. ESTUDIO ESPACIAL DE LA RIA DE AROSA

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Estudio espacial de la Ría de Arosa

3.1.1. Granulometría de los sedimentos.

En la Ría de Arosa, el sedimento es predominantemente fangoso, exceptuando la estación A2, en la parte exterior de la ría, y la A3, próxima a la orilla Norte, cuyo sedimento contiene una proporción relativamente elevada de arena. En la tabla 1 se expresan los parámetros granulométricos de las estaciones muestreadas. Se observa que, excepto las estaciones A2 y A3, el diámetro medio del sedimento en el resto de las estaciones no sobrepasa las

Tabla 1.- Parámetros granulométricos del sedimento en la Ría de Arosa.

Est.	Q ₅₀	Q ₂₅	Q ₇₅	S ₀	% arena	% fango	% arcilla
A1	18	23	13	1.33	7.2	86.6	6.2
A2	121	177	82	1.65	49.1	43.9	7.0
A3	287	812	24	5.82	65.1	26.6	8.3
A4	77	125	11	3.37	26.4	62.1	11.5
A5	14	29	11	1.62	9.1	81.2	9.7
A6	16	24	10	1.55	2.7	79.6	17.7
A7	11	12	9	1.15	1.6	84.2	14.2
A8	10	14	7	1.41	2.3	84.5	13.2
A9	15	16	13	1.11	1.3	87.3	14.4
A10	10	13	9	1.20	1.2	81.9	16.9
A11	11	15	10	1.22	1.6	88.4	10.0
A12	23	25	4	2.50	2.8	72.2	25.0
A13	14	21	11	1.38	2.5	86.3	11.2

Q₅₀ = diámetro medio en μm

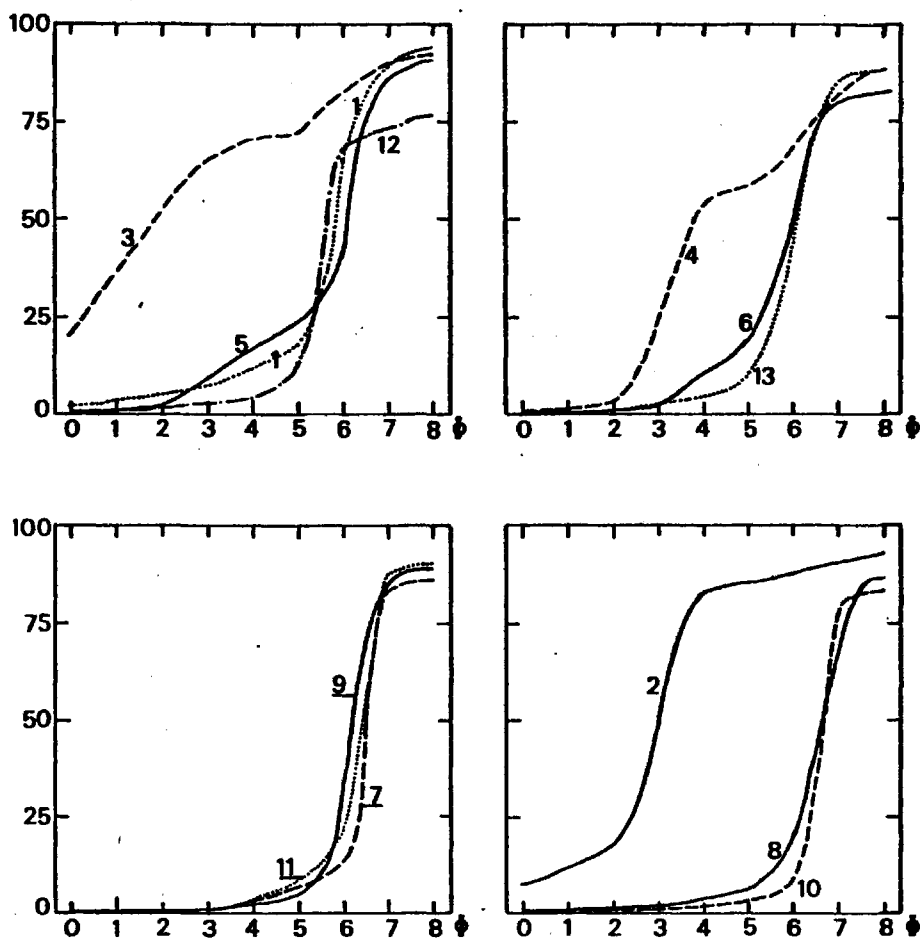


Fig. 4.- Curvas granulométricas del sedimento en la Ría de Arosa. Los números en las curvas indican las estaciones.

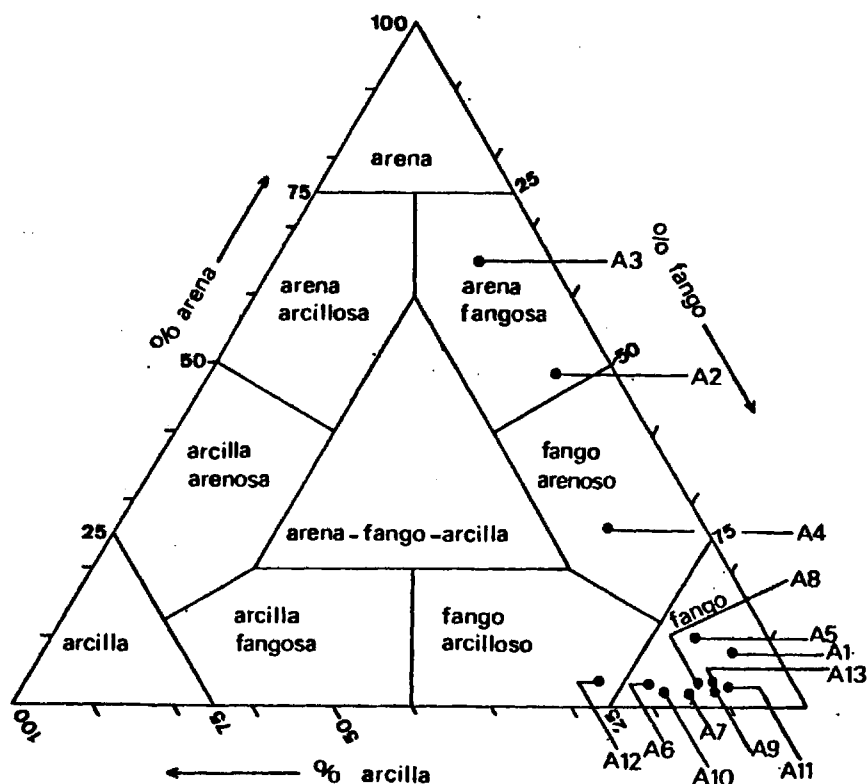


Fig. 5.- Proporciones relativas de arena, fango y arcilla en los sedimentos de la Ría de Arosa.

80 μ m; de hecho, la mayor parte de las estaciones tienen un sedimento con un diámetro medio inferior a 20 μ m.

En la figura 4 están representadas las curvas granulométricas del sedimento. En una representación de tres ejes (fig. 5), correspondientes a las proporciones relativas de arena, fango y arcilla, las estaciones A2 y A3 son las únicas que quedan en la zona de arena fangosa. La estación A4 está compuesta de fango arenoso, y todas las demás están en la zona de fango puro o fango arcilloso. Con respecto a la selección del sedimento, las estaciones A7, A9 y A10 presentan buena selección; A1 y A11, moderadamente buena; A2, A5, A6, A8 y A13, moderada; A12, pobre; y A3 y A4, mala selección.

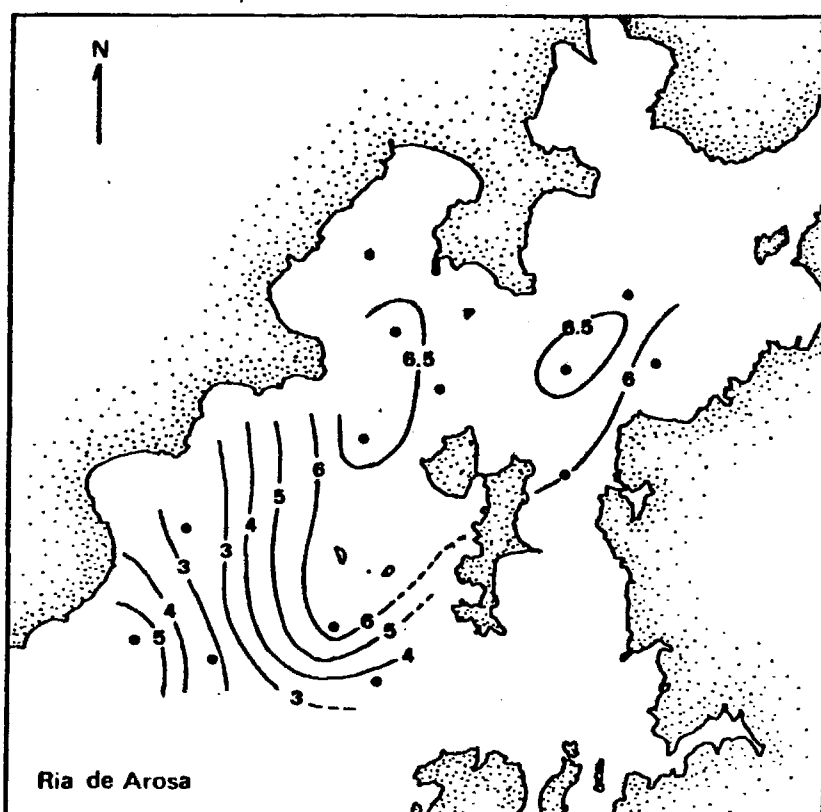


Fig. 6.- Distribución espacial del diámetro medio del sedimento en la Ría de Arosa (en unidades ϕ).

Si representamos gráficamente la distribución espacial del diámetro medio del sedimento (fig. 6), vemos que la mayor parte de la ría presenta un sedimento muy fangoso, con un diámetro medio menor de $15.6 \mu\text{m}$ ($> 6 \phi$), y que algunas estaciones de la zona interna (A7, A8 y A10) tienen un diámetro medio menor de $11 \mu\text{m}$ ($> 6.5 \phi$). La estación A1, situada en la parte Norte de la boca de la ría, es también muy fangosa ($Q_{50} = 23 \mu\text{m}$). Las estaciones A2 y A4, las más exteriores, presentan un diámetro medio mayor ($121 \mu\text{m}$ y $77 \mu\text{m}$, respectivamente). Por último, la estación A3, situada en la parte media de

la orilla Norte, presenta un sedimento mucho más arenoso ($Q_{50} = 287 \mu\text{m}$).

Según esto, podemos dividir a la Ría de Arosa en tres zonas según las características de su sedimento:

1) La zona interna y la zona media hasta un área bastante exterior en el canal de la ría, que presenta un sedimento muy fangoso ($Q_{50} < 15.6 \mu\text{m}$).

2) Una zona exterior, situada en la orilla Norte (estación A1), cuyo sedimento es también bastante fangoso ($Q_{50} = 23 \mu\text{m}$).

3) Una zona estrecha, que va desde la parte media de la orilla Norte (estación A3) hasta la boca de la ría (estaciones A2 y A4), en la que el sedimento es más arenoso ($77 \mu\text{m} \leq Q_{50} \leq 287 \mu\text{m}$).

Esta distribución espacial del diámetro medio del sedimento concuerda con los datos de KOLDIJK (1968) y de MORA (1980).

3.1.2. Contenido de materia orgánica total en el sedimento.

Los valores del contenido de materia orgánica total en el sedimento de la Ría de Arosa están expresados en la tabla 2. Su distribución espacial (fig. 7) es muy similar a la del diámetro medio del sedimento. Prácticamente todo el fondo de la ría tiene un contenido orgánico elevado ($> 12 \%$), llegando en algunas zonas de la parte interna a superar el 14 %. La zona cuyo contenido orgánico es menor se corresponde con el área más arenosa (estaciones A2 y A3, % M.O. = 4.2 - 7.7 %). En bastantes estaciones de la parte interna (A6, A8, A10, A13, A12), el sedimento presentaba un fuerte olor a H_2S , lo que hace sospechar la existencia de anoxia en el sedimento de estas estaciones, a causa de la degradación del exceso de materia orgánica.

3.1.3. Contenido en carbono y en nitrógeno orgánicos.

En la tabla 2 se relacionan los valores de carbono y nitrógeno orgánicos en el sedimento de la Ría de Arosa, así como la relación C/N. El contenido en carbono orgánico varía entre 2.34 % (estación A2) y 5.92 % (estación A11). Los valores de nitrógeno orgánico oscilan entre 0.31 % (estación A2) y 0.67 % (estación A6). La relación C/N se mantiene relativamente constante, variando entre 7.37 (estación A3) y 9.77 (estación A11).

Existe una buena correlación entre los valores de carbono y nitrógeno orgánicos y el contenido de materia orgánica total del sedimento estimado por

Tabla 2.- Contenido en materia orgánica total (% M.O.), en carbono orgánico (% C) y en nitrógeno orgánico (% N), y relación carbono/nitrógeno en el sedimento de la Ría de Arosa (media de tres determinaciones)

Estación	% M.O.	%C	%N	C/N
A1	12.84	3.73	0.50	7.46
A2	4.22	2.34	0.31	7.59
A3	7.72	3.40	0.46	7.37
A4	11.18	4.11	0.52	7.99
A5	12.16	3.89	0.49	8.01
A6	12.92	5.29	0.67	7.89
A7	14.68	4.54	0.57	7.89
A8	13.21	4.58	0.55	8.36
A9	13.71	4.64	0.58	7.97
A10	14.27	4.69	0.62	7.53
A11	13.54	5.92	0.61	9.77
A12	14.30	5.26	0.65	8.04
A13	14.12	4.85	0.61	7.97

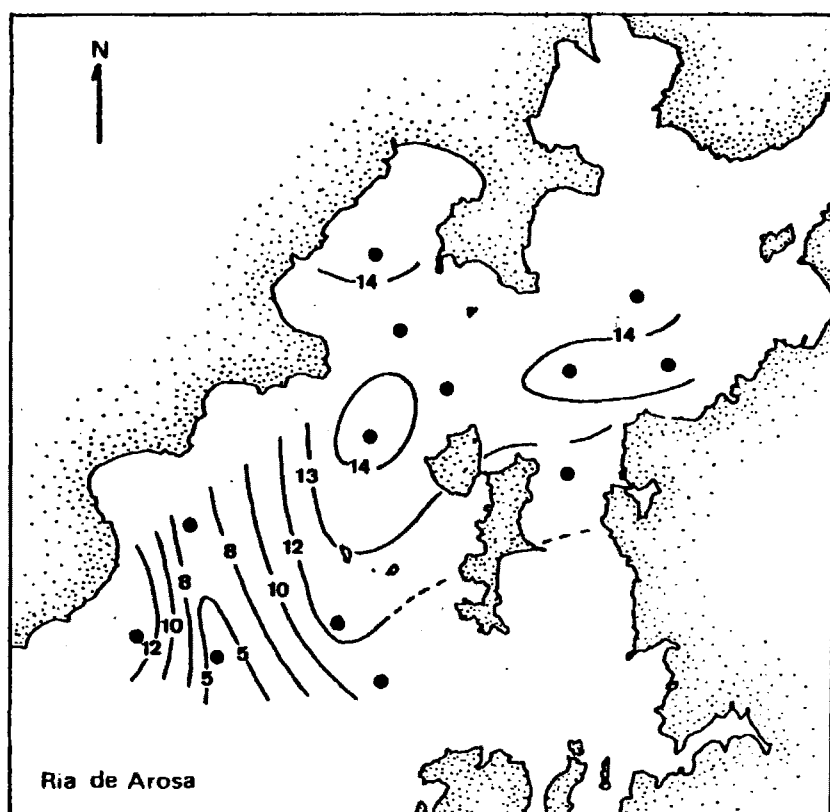


Fig. 7.- Distribución espacial del contenido en materia orgánica total en el sedimento de la Ría de Arosa.

calcinación (Fig. 8). La recta de regresión para la correlación entre materia orgánica total y carbono orgánico tiene como ecuación:

$$\% C = 0.7613 + 0.3039 \cdot \% M.O. \quad (R = 0.8568)$$

En la correlación de la materia orgánica total con el contenido en nitrógeno orgánico, la recta de regresión obtenida es la siguiente:

$$\% N = 0.0771 + 0.0375 \cdot \% M.O. \quad (R = 0.8883)$$

Ambos coeficientes de correlación son significativos al nivel del 99 % de confianza. Esta correlación tan alta entre el contenido en materia orgánica total con los valores de nitrógeno y carbono orgánicos determina que la distribución espacial de estas tres variables del sedimento sea muy similar. En la zona media e interna de la Ría de Arosa, e incluso en la estación A4, que es bastante exterior, el porcentaje de carbono orgánico es mayor del 4 %, y el de nitrógeno supera el 0.50 %. Las estaciones más exteriores son las que presentan un contenido menor en carbono y en nitrógeno. Es decir, se observa un gradiente creciente desde el exterior al interior de la ría, similar al que existía con respecto al contenido en materia orgánica total (Figs. 9 y 10).

Con respecto a la relación C/N en el sedimento, los valores obtenidos son bastante irregulares. Un valor bajo indica una proporción de materia orgánica viva mayor que si ese valor fuese más bajo. De todas formas, la distribución de las relaciones C/N en la ría es muy irregular, y no nos permite elaborar conclusiones sobre el significado de esta distribución.

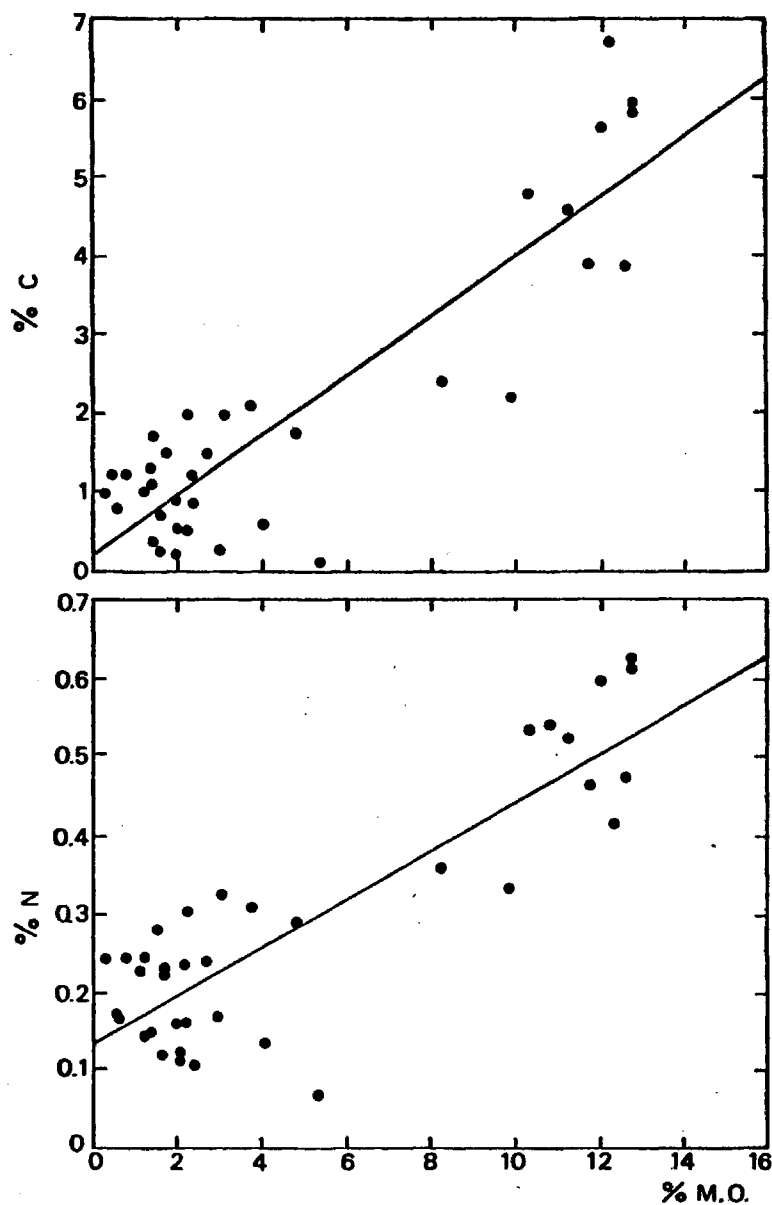


Fig. 8.- Rectas de regresión para la correlación entre materia orgánica total con el carbono y nitrógeno orgánicos en el sedimento.

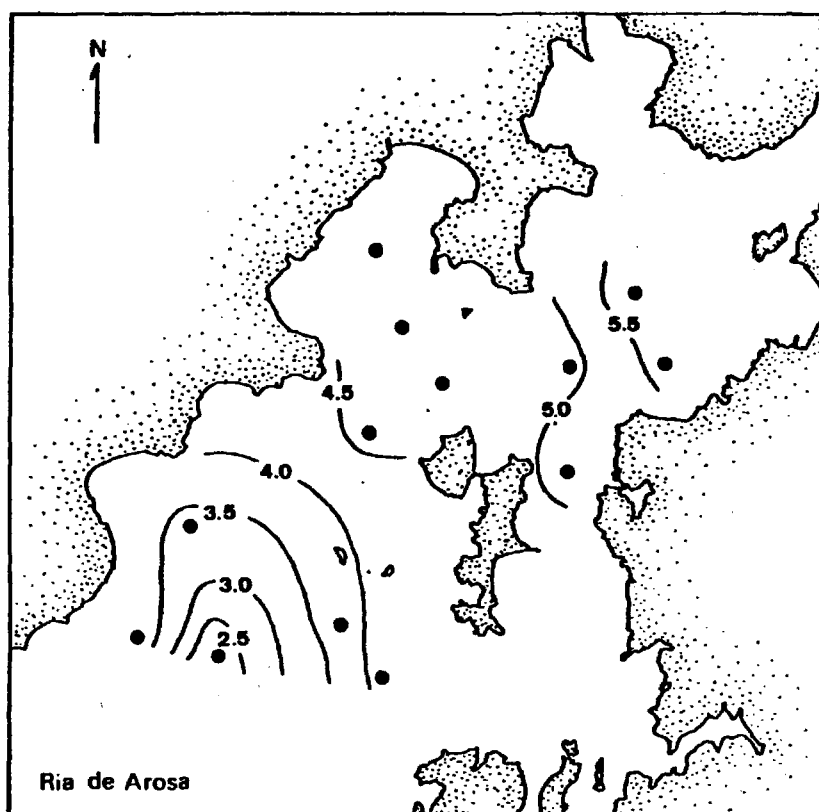


Fig. 9.- Distribución espacial del contenido en carbono orgánico en el sedimento de la Ría de Arosa (% C).

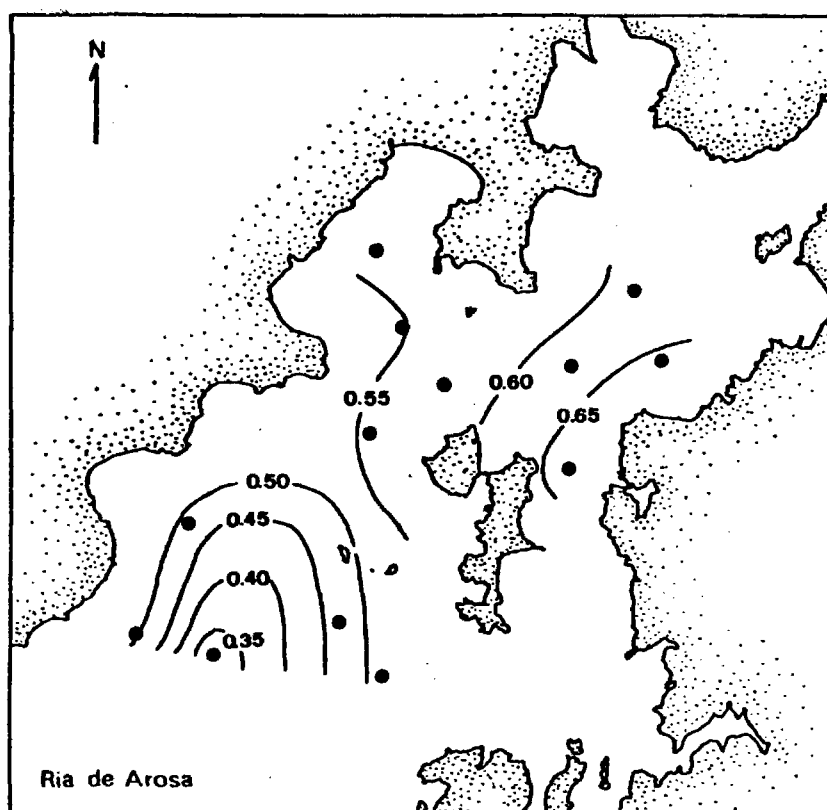


Fig. 10.- Distribución espacial del contenido en nitrógeno orgánico en el sedimento de la Ría de Arosa (% N).

3.1.4. Descripción faunística de las estaciones y estructura de las comunidades.

El inventario de las especies recogidas en la Ría de Arosa está relacionado en la tabla 3, así como su densidad en individuos/m² en cada estación. El número total de taxones es de 110. Los poliquetos son el grupo mejor representado, formando el 59.1 % del número total de especies. Los crustáceos en conjunto forman el 15.5 %, los moluscos el 14.5 %, los equinodermos el 7.3 %, y el grupo que hemos denominado "otros" (nemertinos, hidrozoos, etc.), el 3.6 %.

A partir de la matriz de los índices de similaridad entre inventarios, se elaboró un dendrograma de similaridad (MOUNTFORD, 1962; DAVIS, 1963; SOUTHWOOD, 1971), como un primer intento de delimitar las comunidades infau-

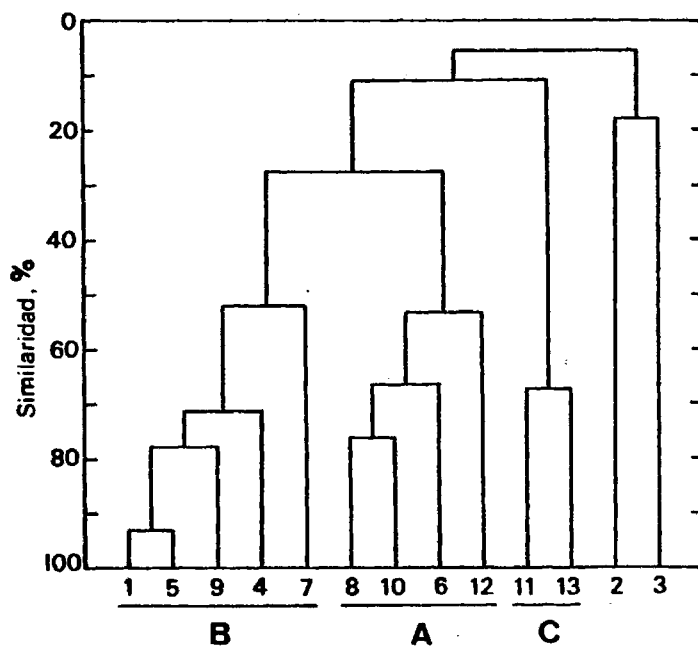


Fig. 11.- Dendrograma de similaridad entre las estaciones de la Ría de Arosa.

Tabla 3.- Relación de las especies encontradas en la Ría de Arosa, y densidad (nº de individuos/m²)

POLIQÜETOS	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13
<u>Aonides oxycephala</u> (Sars)	-	-	124	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Polydora pulchra</u> (Carazzi)	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
<u>Polydora</u> sp.	4	16	16	-	12	4	-	-	-	-	-	-	-
<u>Prionospio cirrifera</u> Wiren	-	20	4	12	12	4	-	12	16	4	164	-	44
<u>Prionospio malmgreni</u> Clap.	4	924	4	24	-	-	-	-	4	-	-	-	-
<u>Scolecopsis</u> sp.	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Spio filicornis</u> (Müller)	-	264	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Magelona</u> sp.	20	16	4	48	8	-	8	-	8	-	-	-	-
<u>Chaetozone setosa</u> Malmgren	24	52	48	24	8	20	-	28	-	4	128	-	460
<u>Tharyx marioni</u> (St.-Joseph)	112	8	36	64	72	-	36	-	44	-	-	12	-
<u>Tharyx multibranchiis</u> (Grube)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-
Cirratulidae indet.	-	-	44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Phyllochaetopterus solitarius</u> Rioja	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Spiochaetopterus costarum</u> Clap.	4	-	-	-	-	84	4	72	8	44	-	16	16
<u>Aricidea</u> sp.	8	308	224	60	4	4	8	-	-	-	-	-	-
<u>Scoloplos armiger</u> (Müller) ?	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
<u>Poecilochaetus serpens</u> Allen	-	8	-	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Cossura soyeri</u> Laubier	4	-	12	28	4	-	20	4	-	-	-	-	-
<u>Scalibregma inflatum</u> Rathke	-	16	76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Capitomastus minimus</u> (Langerhans)	-	48	44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Heteromastus filiformis</u> (Clap.)	4	-	12	-	-	4	-	20	-	-	48	12	-

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13
<u>Notomastus latericeus</u> Sars	-	16	28	4	-	-	-	-	12	-	4	-	84
<u>Maldane glebifex</u> Grube	36	-	-	8	8	-	-	4	20	-	-	-	-
<u>Euclymene lombricoides</u> (Quatref.)	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Euclymene oerstedii</u> (Clap.)	-	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12
<u>Praxillella affinis</u> (Sars) ?	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Owenia fusiformis</u> delle Chiaje	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Sternaspis scutata</u> (Renier)	88	-	-	48	68	-	312	28	44	44	-	-	-
<u>Brada villosa</u> (Rathke)	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Amphictene auricoma</u> (Müller)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Lagis koreni</u> Malmgren	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Melinna palmata</u> Grube	8	-	8	8	-	-	-	-	-	-	-	-	128
<u>Ampharete acutifrons</u> (Grube)	12	8	96	4	12	-	8	-	-	-	4	-	52
<u>Amage adspersa</u> (Grube)	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Terebellides stroemi</u> Sars	4	4	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Pista cristata</u> (Müller)	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Polycirrus</u> sp.	16	-	76	12	-	-	16	-	12	-	-	-	2
Terebellidae indet.	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sabellidae indet.	-	-	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Armandia cirrhosa</u> Filippi	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-
<u>Harmothoe lunulata</u> (delle Chiaje)	4	4	48	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-
<u>Harmothoe</u> sp.	-	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13
<u>Leanira yhleni</u> Malmgren	4	-	4	8	12	-	4	-	4	-	-	-	-
<u>Pholoe minuta</u> (Fabricius)	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Sthenelais limicola</u> (Ehlers)	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Euphrosine foliosa</u> Audouin & M. Edwards	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Phyllodoce kosteriensis</u> (Malmgren)	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Phyllodoce laminosa</u> Savigny	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Phyllodoce</u> sp.	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Eulalia fucescens</u> St.-Joseph	-	132	56	4	-	-	4	-	-	-	-	-	-
<u>Ancystrosyllis groenlandica</u> Mc Intosh ?	-	4	4	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
<u>Ophiodromus flexuosus</u> (delle Chiaje)	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	8
<u>Gyptis capensis</u> (Day)	8	12	12	12	4	-	16	-	4	-	-	-	4
<u>Syllidae</u> spp. indet.	-	16	128	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Nereis lamellosa</u> Ehlers	8	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-
<u>Nereidae</u> indet.	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Nephtys hystericis</u> Mc Intosh	4	4	56	4	4	-	-	-	4	-	4	-	10
<u>Glycera rouxii</u> Audouin & M. Edwards	-	16	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Glycera unicornis</u> Savigny	-	-	-	4	-	-	-	4	-	-	-	-	-
<u>Glycinde nordmanni</u> (Malmgren)	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Eunice vittata</u> (delle Chiaje)	-	4	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Nematonereis unicornis</u> (Grube)	-	4	12	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13
<u>Lumbrineris fragilis</u> (Müller)	12	16	32	20	16	-	4	-	12	-	-	-	2
<u>Lumbrineris impatiens</u> (Clap.)	4	132	392	4	4	-	12	-	-	-	-	-	-
<u>Dorvillea rudolphi</u> (delle Chiaje)	-	-	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>MOLUSCOS</u>													
<u>Mysella bidentata</u> (Montagu)	4	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
<u>Mysia undata</u> (Pennant)	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Thyasira flexuosa</u> (Montagu)	8	-	-	8	8	-	4	-	-	-	4	-	44
<u>Myrtea spinifera</u> (Montagu)	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	-	-	-
<u>Venus ovata</u> Pennant	-	4	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Venus striatula</u> (da Costa)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-
<u>Venerupis rhomboides</u> (Pennant)	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Nucula sulcata</u> Bronn	-	16	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Cultellus pellucidus</u> (Pennant)	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Pelecypodo</u> indet.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<u>Turritella triplicata</u> (Brocchi)	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Neptunea contraria</u> (L.)	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Cylichna cylindracea</u> (Pennant)	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-
<u>Akera bullata</u> Müller	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
<u>Opistobranquio</u> indet.	-	-	-	-	-	4	4	4	12	4	-	-	4

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13
<u>EQUINODERMOS</u>													
<u>Amphiura chiajei</u> Forbes	4	-	4	-	8	-	4	-	20	-	-	-	2
<u>Amphiura filiformis</u> O.F. Müller	8	4	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-
<u>Ophiura albida</u> Forbes	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Ophiocomina nigra</u> (Abildgaard)	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Ophiacanta aristata</u> Koehler	-	-	44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Leptosynapta bergensis</u> (Ost.)	40	-	16	16	44	-	8	8	-	-	-	-	-
<u>Labidoplax digitata</u> (Mont.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14
<u>Cucumaria elongata</u> Düb. & Koren	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>CRUSTACEOS</u>													
<u>Leucothoe lilljeborgi</u> Boeck	16	-	4	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-
<u>Ampelisca</u> spp.	4	88	336	20	12	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Microdeutopus armatus</u> Chevreux ?	-	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aoridae indet.	-	-	76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oedicerosidae indet.	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anfípodos indet.	24	228	-	32	-	-	-	-	4	12	-	-	82
<u>Phtisica marina</u> Slabber	-	8	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tanaidáceo indet.	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Majidae indet.	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Eurynome</u> sp.	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13
<u>Pisidia longicornis</u> L.	12	56	616	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-
<u>Jaxea nocturna</u> Nardo	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Anapagurus laevis</u> (Bell)	-	872	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gnathidae indet.	-	24	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Cirolana</u> sp.	-	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Processa</u> sp.	4	-	-	-	-	-	12	-	8	-	-	-	-
Cumáceo indet.	4	4	-	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-

OTROS

<u>Virgularia</u> sp.	-	-	-	-	-	-	48	4	28	8	-	-	-
<u>Cerianthus</u> sp.	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-
<u>Phascolion</u> sp.	-	44	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nemertinos indet.	28	168	68	108	16	8	68	4	36	-	4	-	4

nales. En este gráfico podemos distinguir 3 grupos de estaciones con una similitud relativamente alta entre ellas (fig. 11):

- Grupo A, formado por las estaciones A6, A8, A10 y A12
- Grupo B, formado por las estaciones A1, A4, A5, A7 y A9
- Grupo C, formado por las estaciones A11 y A13.

Las estaciones A2 y A3 tienen muy poca similitud entre ellas y con el resto de las estaciones.

A continuación describiremos las estaciones que forman cada grupo.

GRUPO A

Estación A6:

Su profundidad es de 12 m, y el sedimento está compuesto de fango puro ($Q_{50} = 16 \mu\text{m}$) con un porcentaje elevado de materia orgánica (12.92 %). El fuerte olor a H_2S en el sedimento indica la existencia de condiciones anóxicas.

El número total de especies (10) es muy bajo. La especie dominante es el poliqueto Spiochaetopterus costarum, que se presenta con una densidad de 84 individuos/ m^2 . La siguiente especie en dominancia es el poliqueto Chaetozone setosa (20 individuos/ m^2). La densidad total es también muy baja: 140 individuos/ m^2 .

Estación A8

Profundidad: 23 m. El sedimento está compuesto de fango puro ($Q_{50} = 10 \mu\text{m}$) con alto contenido orgánico (13.21 %). También es evidente la producción de H_2S .

El número total de especies (14) es algo mayor que en la estación anterior. Spiochaetopterus costarum sigue siendo dominante (72 individuos/ m^2), seguido de Chaetozone setosa (28 individuos/ m^2), Sternaspis scutata (28 individuos/ m^2) y Heteromastus filiformis (20 individuos/ m^2). La densidad total de organismos es baja (200 individuos/ m^2).

Estación A10:

Profundidad: 25 m. Igual que las dos estaciones anteriores, el sedimento está formado por fango puro ($Q_{50} = 10 \mu\text{m}$) con elevado contenido en materia orgánica (14.27 %) y fuerte olor a H_2S .

El número total de especies (8) es también muy bajo. Spiochaetopterus costarum es también el organismo dominante (44 individuos/m²), aunque Sternaspis scutata alcanza la misma densidad que la especie anterior. La densidad total de organismos es baja: 124 individuos/m².

Estación A12:

Su profundidad es de 12 m. El sedimento se sitúa en la zona de fango arcilloso ($Q_{50} = 23 \mu m$), y presenta también un fuerte olor a H₂S y alto contenido en materia orgánica (14.30 %).

El número de especies (4) es el más bajo de todas las estaciones muestreadas en la Ría de Arosa. Spiochaetopterus costarum y Tharyx multibranchiis son las especies dominantes, ambas con una densidad de 16 individuos/m². La densidad total de organismos es extraordinariamente baja: 56 individuos/m².

Las estaciones que forman el grupo A, situadas en la parte interna de la Ría, presentan una similaridad notable, no sólo en su composición específica, sino también en las características de su sedimento. Estas cuatro estaciones tienen una infauna muy empobrecida dominada por el poliqueto Spiochaetopterus costarum. Este grupo de estaciones las agruparemos dentro de la comunidad de Spiochaetopterus costarum.

GRUPO B

Estación A1:

Profundidad: 45 m. Está situada en la parte Norte de la boca de la Ría. El sedimento está compuesto de fango puro ($Q_{50} = 18 \mu m$), con contenido orgánico relativamente alto (12.84 %).

El número de especies (35) es más elevado que en las estaciones de la comunidad de Spiochaetopterus costarum. La especie dominante es el poliqueto Tharyx marioni (112 individuos/m²) seguido por Sternaspis scutata (88 individuos/m²). La densidad total es de 552 individuos/m².

Estación A4:

Profundidad: 32 m. El sedimento está formado por fango arenoso ($Q_{50} = 77 \mu m$), y el contenido orgánico es ligeramente más bajo: 11.18 %.

El número total de especies es de 30. La especie dominante es Tharyx marioni (64 individuos/m²), seguida de Aricidea sp. (60 individuos/m²) y de

Sternaspis scutata (48 individuos/m²). La densidad total es de 620 individuos/m².

Estación A5:

Su profundidad es de 43 m. El sedimento está formado por fango puro (Q₅₀ = 14 µm) con un contenido orgánico alto (12.16 %).

El número total de especies es de 24. La especie dominante es Tharyx marioni (72 individuos/m²), seguida de Sternaspis scutata (68 individuos/m²). La densidad total es relativamente baja: 352 individuos/m².

Estación A7:

Es la estación más profunda: 50 m. El sedimento está compuesto por fango puro (Q₅₀ = 11 µm), con un contenido orgánico muy elevado (14.68 %), aunque no se aprecia olor a H₂S.

El número total de especies es de 26. La especie dominante es Sternaspis scutata, que alcanza una densidad de 312 individuos/m². Las siguientes especies en dominancia son el hidrozoo Virgularia sp. (48 individuos/m²) y el poliqueto Tharyx marioni (36 individuos/m²). La densidad total es de 636 individuos/m².

Estación A9:

Profundidad: 40 m. El sedimento está formado por fango puro (Q₅₀ = 15 µm) con alto contenido en materia orgánica (13.71 %).

El número total de especies es de 23. Las especies dominantes son Sternaspis scutata y Tharyx marioni, que alcanzan una densidad de 44 individuos/m², seguidas de Virgularia sp. (28 individuos/m²). La densidad total de organismos es de 324 individuos/m².

Las estaciones del grupo B se caracterizan por presentar un sedimento fangoso, con un contenido elevado de materia orgánica, pero en el que el olor a H₂S no existe o es muy leve, lo que indica una oxigenación del sedimento relativamente buena. Las especies dominantes son los poliquetos Sternaspis scutata y Tharyx marioni; el hidrozoo Virgularia sp. es también relativamente abundante. Agruparemos a las estaciones del grupo B en la comunidad de Sternaspis scutata - Tharyx marioni.

GRUPO C

Estación A11:

Su profundidad es de 11 m. El sedimento está compuesto de fango puro ($Q_{50} = 11 \mu\text{m}$) con alto contenido en materia orgánica (13.54 %).

El número total de especies (9) es bajo. El poliqueto Prionospio cirrifer es la especie dominante (164 individuos/m²), seguida por Chaetozone setosa (128 individuos/m²). La densidad total es de 364 individuos por m².

Estación A13

Profundidad: 15 m. El sedimento está también formado por fango puro ($Q_{50} = 14 \mu\text{m}$), y el contenido orgánico es alto (14.12 %). El número de especies (18) es mayor que en la estación anterior. La especie dominante es Chaetozone setosa (460 individuos/m²), seguida de los poliquetos Melinna palmata (128 individuos/m²) y Notomastus latericeus (84 individuos/m²). La densidad total de organismos es de 968 individuos/m².

Las estaciones A11 y A13 presentan un sedimento con características muy semejantes. La similaridad obtenida en el dendrograma se debe sobre todo a la abundancia de Chaetozone setosa en ambas estaciones, pero sin embargo, difieren bastante en la composición específica. Por tanto, estas dos estaciones no podemos asignarlas a una comunidad determinada.

Estación A2:

Profundidad: 45 m. El sedimento está formado por arena fangosa ($Q_{50} = 121 \mu\text{m}$), y su contenido en materia orgánica es el más bajo de todas las estaciones muestreadas (4.22 %).

El número total de especies (50) es bastante elevado. La especie dominante es el poliqueto Prionospio malmgreni (924 individuos/m²), seguida del decápodo Anapagurus laevis (872 individuos/m²). La densidad total de organismos es la más elevada de todas las estaciones de la Ría de Arosa: 3752 individuos/m².

Estación A3:

Profundidad: 35 m. El sedimento, formado por arena fangosa, tiene un diámetro medio relativamente elevado: 287 μm . El contenido en materia orgá-

nica es moderado (7.72 %). El número total de especies es muy alto: 65. También es elevada la densidad total de organismos (3128 individuos/m²). La especie dominante es el decápodo Pisidia longicornis (616 individuos/m²), seguida del poliqueto Lumbrineris impatiens (392 individuos/m²).

3.1.5. Análisis factorial de las correspondencias.

Otros métodos de interpretar la estructura de las comunidades se basan en los análisis multivariantes (BLACKITH, 1962; GREIG-SMITH, 1964; SEAL, 1964; LAMBERT & DALE, 1964; IBANEZ & SEGUIN, 1972; LEVEQUE & GABORIT, 1972; ESTRADA, 1972; HUGHES et al., 1972; CORRAL Y PEREIRO, 1974; JEFFRIES, 1979; PENAS & GONZALEZ, en prensa). A pesar de sus limitaciones, resultan útiles para detectar patrones de interrelación entre muestras y especies. Hemos aplicado el análisis factorial de las correspondencias (BENZECRI, 1970, 1976), cuyas ventajas han sido señaladas por MALMGREN et al. (1978) y JEFFRIES (1979). Se han empleado datos de densidad de las especies (en n° de individuos por m², además de 4 variables del sedimento consideradas "a priori" de importancia en la distribución de la infauna: contenido en materia orgánica, porcentaje de arcilla, diámetro medio y coeficiente de selección.

El programa utilizado fue el de BENZECRI (1970) del Centro de Cálculo de la Universidad de Santiago. Este programa admite 50 variables, por lo que, además de las 4 variables del sedimento antes reseñadas, se han incluido los datos de densidad de 46 especies. El resto de las especies se ha eliminado atendiendo a su baja frecuencia y aparente aleatoriedad de su aparición; su inclusión en el análisis crearía un "ruido de fondo" que restaría claridad a los resultados.

Se han considerado los 4 primeros ejes. El porcentaje de varianza que comprenden es el siguiente:

Eje	Porcentaje de varianza	Porcentaje acumulativo
I	42.628	42.628
II	15.271	57.899
III	10.193	68.093
IV	8.406	76.499

Vemos que los 4 primeros ejes comprenden en conjunto el 76.499 % de la varianza total. La figura 12 representa los ejes I y II. Tanto en esta gráfica como en todas las que se refieran al análisis de correspondencias, los números más grandes representan las estaciones, los números pequeños, las especies, y las letras, las variables del sedimento (a: contenido orgánico; b: diámetro medio ϕ ; c: porcentaje de arcilla; d: coeficiente de selección). La tabla 4 relaciona las especies consideradas con su número en las gráficas.

Tabla 4.- Especies consideradas en el análisis de correspondencias y número de identificación en las figuras.

1: <i>Amphiura filiformis</i>	24: <i>Nephtys hystericis</i>
2: <i>Amphiura chiajei</i>	25: <i>Aricidea</i> sp.
3: <i>Leptosynapta bergensis</i>	26: <i>Glycinde nordmanni</i>
4: <i>Thyone fusus</i>	27: <i>Gyptis capensis</i>
5: <i>Spiochaetopterus costarum</i>	28: <i>Ophiodromus flexuosus</i>
6: <i>Prionospio cirrifera</i>	29: <i>Venus striatula</i>
7: <i>Prionospio malmgreni</i>	30: <i>Mysella bidentata</i>
8: <i>Lumbrineris fragilis</i>	31: <i>Thyasira flexuosa</i>
9: <i>Lumbrineris impatiens</i>	32: <i>Myrtea spinifera</i>
10: <i>Maldane glebifex</i>	33: <i>Nucula sulcata</i>
11: <i>Euclymene oerstedii</i>	34: <i>Anapagurus laevis</i>
12: <i>Sternaspis scutata</i>	35: <i>Scalibregma inflatum</i>
13: <i>Notomastus latericeus</i>	36: <i>Spio filicornis</i>
14: <i>Heteromastus filiformis</i>	37: <i>Leanira yhleni</i>
15: <i>Melinna palmata</i>	38: <i>Glycera rouxii</i>
16: <i>Ampharete acutifrons</i>	39: <i>Euclymene lombricoides</i>
17: <i>Polycirrus</i> sp.	40: <i>Venus casina</i>
18: <i>Harmothoe lunulata</i>	41: <i>Abra alba</i>
19: <i>Eulalia fuscens</i>	42: <i>Owenia fusiformis</i>
20: <i>Tharyx marioni</i>	43: <i>Eunice vittata</i>
21: <i>Tharyx multibranchiis</i>	44: <i>Chaetozone setosa</i>
22: <i>Echinocardium cordatum</i>	45: <i>Virgularia</i> sp.
23: <i>Pisidia longicornis</i>	46: <i>Cossura soyeri</i>

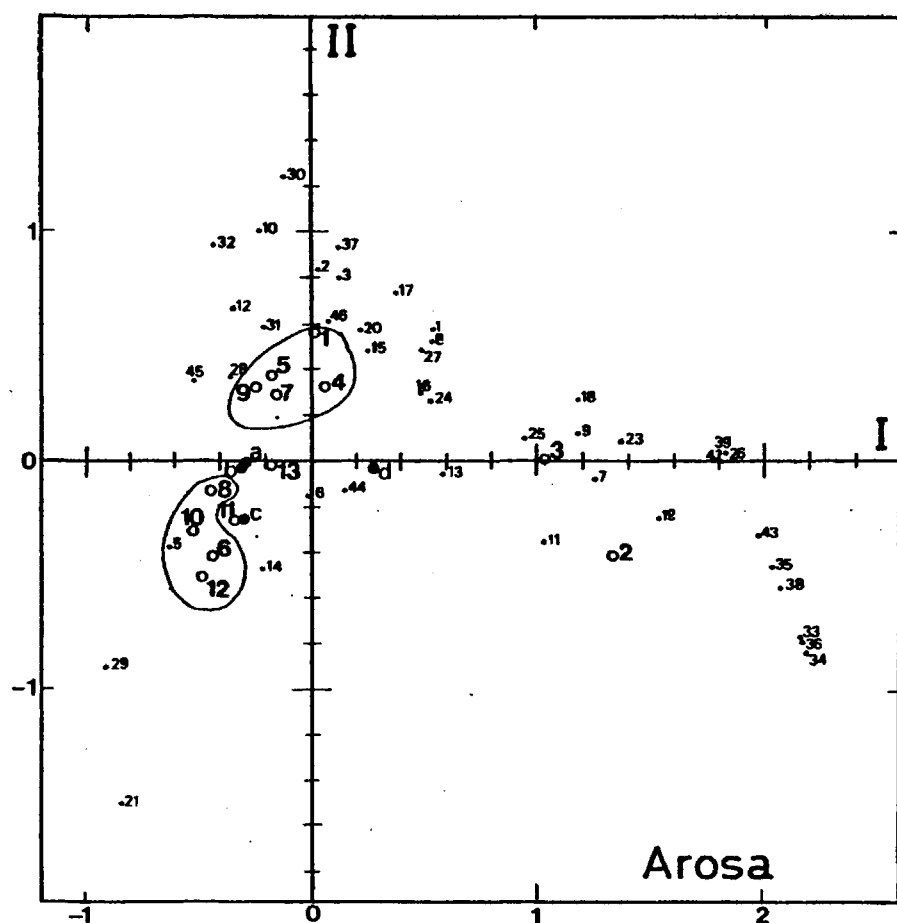


Fig. 12.- Pesos factoriales de muestras y variables de la Ría de Arosa sobre los ejes I y II. Las líneas que agrupan estaciones corresponden a los grupos obtenidos en el dendrograma.

El eje I nos ordena las estaciones según su contenido orgánico, su diámetro medio y su porcentaje de arcilla. Hay que tener en cuenta que estas tres variables están directamente relacionadas: en general, cuanto mayor es el número ϕ del diámetro medio del sedimento (menor diámetro medio), mayores son el contenido orgánico y el porcentaje de arcilla. De este modo, las estaciones que presentan carga negativa con respecto al eje I son las de mayor contenido orgánico, mayor porcentaje de arcilla y menor diámetro medio (estaciones A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12 y A13). Las que presentan carga positiva son las que tienen mayor diámetro medio, menor contenido en materia orgánica y menor porcentaje de arcilla (estaciones A1, A2, A3 y A4). El coeficiente de selección (letra d en la gráfica) no parece tener influencia en la distribución de las estaciones.

Las comunidades previamente definidas en el dendrograma de similaridad quedan aquí bien agrupadas, y las especies dominantes de cada comunidad quedan próximas a las estaciones que la forman. La especie 5, Spiochaetopterus costarum, se sitúa muy próxima a las estaciones que forman la comunidad de la que esta especie es dominante (A6, A8, A10 y A12). La comunidad de Sternaspis scutata - Tharyx marioni queda también bien definida (estaciones A1, A4, A5, A7 y A9). Las estaciones A11 y A13, que presentaban una similitud relativamente alta, quedan también próximas. Por último, las estaciones A2 y A3, las más arenosas, y que tenían muy poca similitud con el resto de las estaciones, se sitúan en la parte positiva del eje I.

Las especies siguen el mismo patrón que las estaciones. Las propias de sedimentos fangosos, como Spiochaetopterus costarum (5), Sternaspis scutata (12), Virgularia sp. (45) y Myrtea spinifera (32) presentan carga negativa con respecto al eje I. Las especies características de fondos más arenosos y de menor contenido orgánico se sitúan con carga positiva: Anapagurus laevis (34), Spio filicornis (36), Nucula sulcata (33), Glycera rouxii (38), Scalibregma inflatum (35) y Eunice vittata (43).

El eje II nos separa claramente las dos comunidades dominantes en la Ría de Arosa: con carga positiva, en la parte superior de la gráfica, la comunidad de Sternaspis scutata - Tharyx marioni (estaciones A1, A4, A5, A7 y A9), y en la parte inferior, con carga negativa, la comunidad de Spiochaetopterus costarum (estaciones A6, A8, A10 y A12). Sin embargo, no podemos encontrar un factor ecológico que sea responsable de esta ordenación.

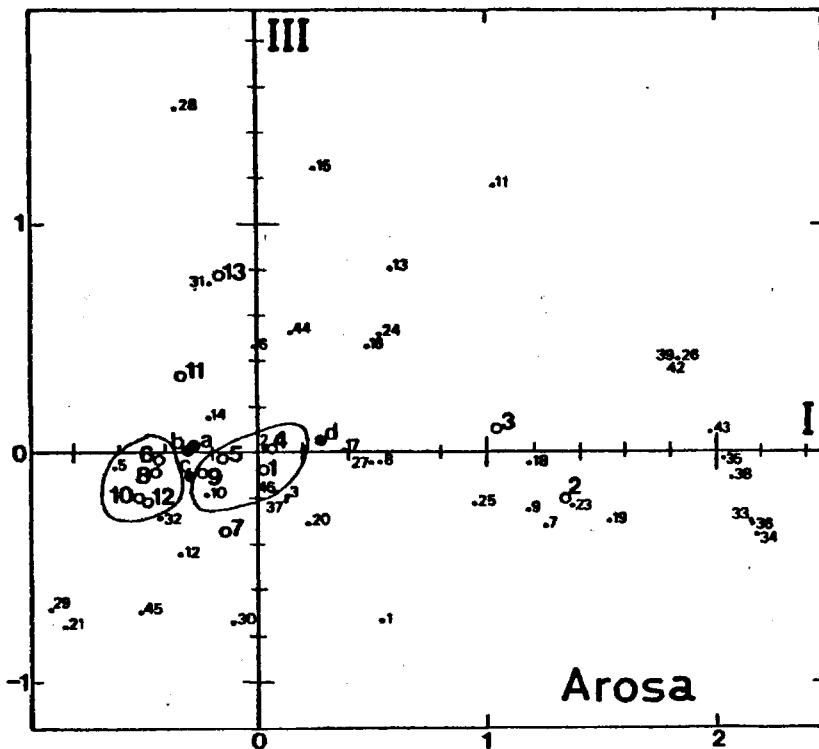


Fig. 13.- Pesos factoriales de muestras y variables de la Ría de Arosa sobre los ejes I y III.

La figura 13 representa los ejes I y III. Con respecto al eje III, tampoco podemos deducir ningún factor ecológico simple que pueda responder de esta ordenación. Lo más probable es que en este caso la ordenación de las muestras y variables sea debida a una combinación de múltiples factores, de los cuales no tenemos información. Lo mismo ocurre con el eje IV (Fig. 14), que representa ya un porcentaje muy pequeño de la varianza total.

En resumen, la aplicación del análisis de correspondencias al estudio espacial de la Ría de Arosa determina que el eje principal de variación responde a un gradiente de contenido orgánico y de diámetro medio del sedimento. Las estaciones y las especies quedan agrupadas en las comunidades que ya

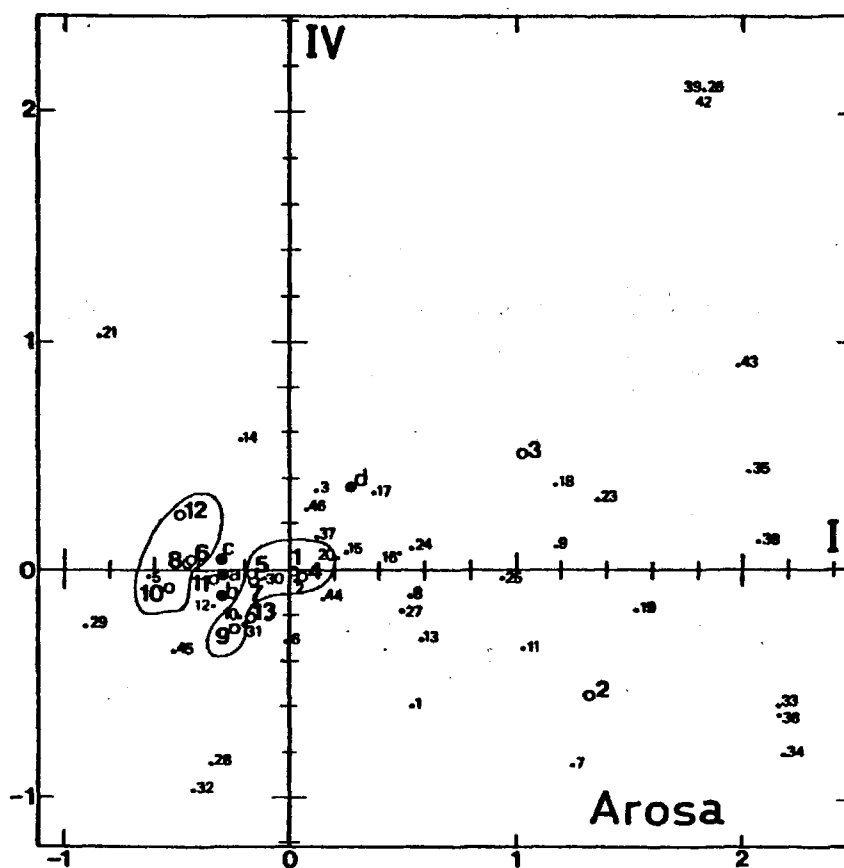


Fig. 14 .- Pesos factoriales de muestras y variables de la Ría de Arosa sobre los ejes I y IV.

habían quedado definidas por medio del dendrograma de similitud. Aunque las variables del sedimento tienen poca carga con respecto a los ejes, la ordenación de las muestras y variables respecto al eje I, que comprende el mayor porcentaje de la varianza total, responde a las características sedimentológicas.

3.1.6. Diversidad y equitatividad.

Los valores de la diversidad y de la equitatividad ("evenness") de las estaciones de la Ría de Arosa están relacionados en la tabla 5. El valor más alto de la diversidad aparece en la estación A3 ($H' = 4.53$), que presenta un número muy elevado de especies (65). Las estaciones que forman la comunidad de Sternaspis scutata - Tharyx marioni (A1, A4, A5, A7 y A9) presentan unos valores de diversidad relativamente altos ($3.02 \leq H' \leq 4.22$), así como de equitatividad ($0.64 \leq J' \leq 0.90$). La diversidad y equitatividad más baja en esta comunidad corresponde a la estación A7, debido a la gran dominancia de Sternaspis scutata.

Tabla 5.- Valores de diversidad (H'), equitatividad (J') y número total de especies (k) en la Ría de Arosa.

	H'	J'	k
A1	4.22	0.82	35
A2	3.71	0.66	50
A3	4.53	0.75	65
A4	4.20	0.86	30
A5	3.82	0.83	24
A6	2.11	0.63	10
A7	3.02	0.64	26
A8	2.99	0.79	14
A9	4.05	0.90	23
A10	2.28	0.76	8
A11	1.86	0.59	9
A12	1.99	0.99	4
A13	2.63	0.64	18

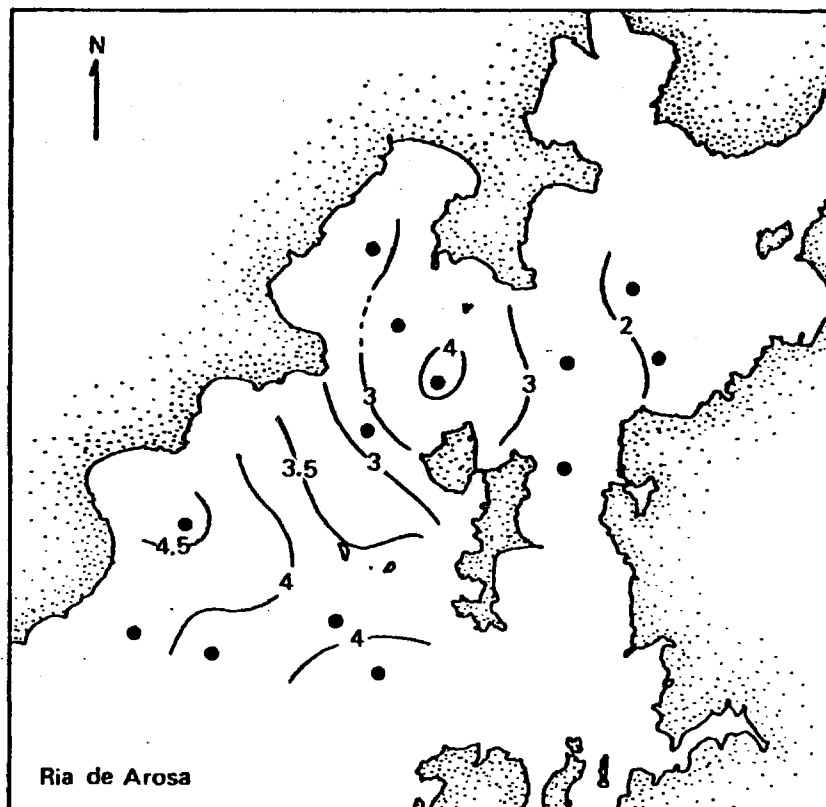


Fig. 15.- Distribución espacial de la diversidad en la Ría de Arosa.

En las estaciones que forman la comunidad de Spiochaetopterus costarum (A6, A8, A10 y A12), los valores de la diversidad son bastante más bajos ($1.99 \leq H' \leq 2.99$), debido al menor número de especies y a la gran dominancia de S. costarum en la mayoría de las estaciones. En las estaciones A11 y A13, que no podíamos asignarlas a una comunidad determinada, la diversidad es también bastante baja: 1.86 y 2.63, respectivamente. En la estación A2, que presenta un número elevado de especies, la diversidad no es muy alta ($H' = 3.71$), debido a la baja equitatividad ($J' = 0.66$) causada por la gran dominancia de Anapagurus laevis y Prionospio malmgreni.

En la figura 15 se representa la distribución espacial de la diversidad. La parte más interna de la ría es donde se presenta una diversidad más baja, coincidiendo con la comunidad de Spiochaetopterus costarum. La parte media-exterior presenta una diversidad moderada, que corresponde en líneas generales con la comunidad de Sternaspis scutata - Tharyx marioni.

3.1.7. Biomasa.

En la tabla 6 se expresan los valores de la biomasa, distribuidos en los cinco grupos de organismos que hemos considerado anteriormente. Los valores más altos de la biomasa aparecen en las estaciones A2 y A3, en sedimentos relativamente arenosos (4.76 g/m^2 y 15.64 g/m^2 , respectivamente). En la comunidad de Sternaspis scutata - Tharyx marioni, la biomasa es menor, variando entre 1.81 y 4.85 g/m^2 . Los valores más bajos de la biomasa se presentan en la comunidad de Spiochaetopterus costarum ($0.19 - 2.75 \text{ g/m}^2$). La distribución espacial de la biomasa se indica en la figura 16.

La proporción de los diferentes grupos taxonómicos en la biomasa de cada comunidad es muy distinta. En la comunidad de Spiochaetopterus costarum, los poliquetos son claramente dominantes ($70.3 - 100 \%$). La especie más importante en biomasa es el poliqueto S. costarum, cuya proporción varía entre 34.7% y 98.9% de la biomasa total. En la estación A10, de esta comunidad, la proporción del grupo "otros" es relativamente alta, debido a la abundancia del hidrozoo Virgularia sp. (fig. 17).

En la comunidad de Sternaspis scutata - Tharyx marioni (grupo B), los poliquetos son también el grupo más importante, aunque nunca superan el 90% de la biomasa total. Su porcentaje varía entre el 39.9% (estación

Tabla 6.- Biomasa de las estaciones muestreadas en la Ría de Arosa (en g/m² M.O.), y porcentaje de los distintos grupos taxonómicos.

Estaciones	POL.	MOL.	EQUIN.	CRUST.	OTROS	TOTAL
A1	82.4 %	2.3 %	14.7 %	0.4 %	0.2 %	3.22
A2	15.1 %	33.9 %	2.6 %	44.3 %	4.1 %	4.76
A3	25.0 %	58.7 %	10.1 %	5.7 %	0.5 %	15.64
A4	89.3 %	*	8.1 %	0.2 %	2.4 %	1.81
A5	39.9 %	*	51.4 %	8.3 %	0.4 %	1.98
A6	99.8 %	*	-	-	0.2 %	2.75
A7	55.3 %	*	6.2 %	0.3 %	38.2 %	4.14
A8	89.8 %	1.2 %	5.8 %	-	3.2 %	2.10
A9	54.5 %	1.2 %	31.1 %	0.1 %	13.0 %	4.85
A10	70.3 %	0.2 %	-	0.1 %	29.4 %	1.97
A11	99.0 %	0.8 %	-	-	0.2 %	0.26
A12	100 %	-	-	-	-	0.19
A13	81.5 %	1.6 %	12.8 %	2.8 %	1.3 %	3.22

* significa presencia pero biomasa despreciable.

- significa ausencia.

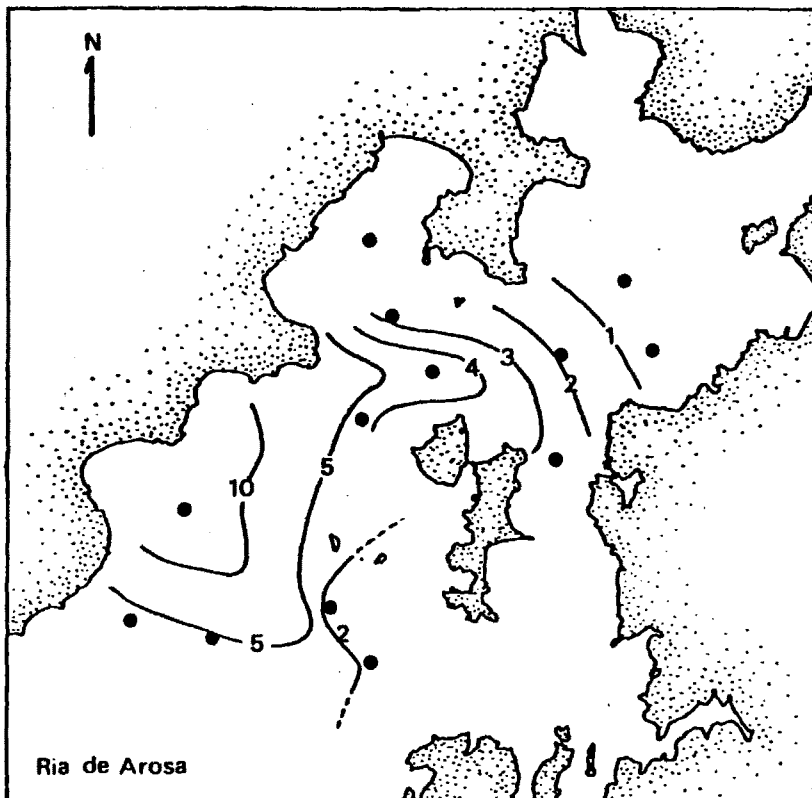


Fig. 16.- Distribución espacial de la biomasa en la Ría de Arosa
(g/m² M.O.)

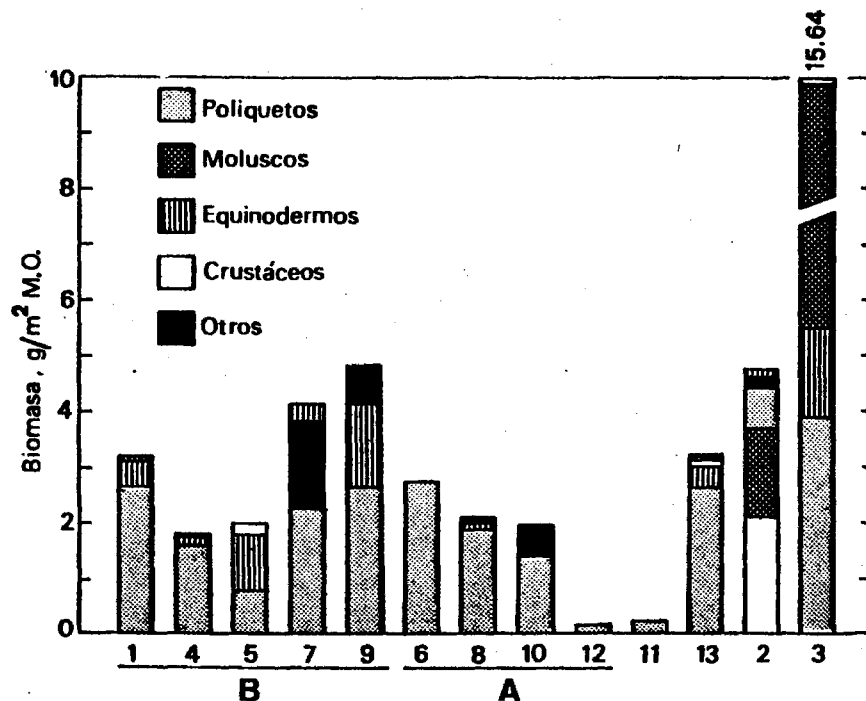


Fig. 17.- Biomasa total y proporciones de los distintos grupos en la Ría de Arosa. A: comunidad de *Spiochaetopterus costarum*. B: comunidad de *Sternaspis scutata* - *Tharyx marioni*.

A5) y el 89.3 % (estación A4). La proporción de equinodermos es relativamente alta (8.1 - 51.4 %). El grupo "otros" está bien representado en las estaciones A7 y A9 (38.2 % y 13.0 %, respectivamente), a causa de la relativa abundancia de *Virgularia* sp. en ambas estaciones y de Nemertinos no determinados en la estación A7. En esta comunidad, la especie dominante en biomasa es el poliqueto *Sternaspis scutata*, cuya proporción varía entre 4.7 % (estación A9) y 43.5 % (estación A7).

En la estación A3, la proporción de poliquetos en la biomasa es relativamente pequeña (25.0 %), mientras que la de moluscos es muy alta (58.7 %) debido a la presencia de individuos adultos de *Venerupis rhomboides*, que forman más del 52 % de la biomasa total de esta estación.

La estación A2 también presenta una proporción pequeña de poliquetos

(15.1 %). El porcentaje de moluscos es relativamente elevado (33.9 %), así como el de crustáceos (44.3 %). La especie dominante en biomasa es el decápodo Anapagurus laevis, que forma el 40 % de la biomasa total.

En las estaciones A11 y A13 los poliquetos son el grupo dominante (99.0 % y 81.5 %, respectivamente). El poliqueto Heteromastus filiformis forma el 55.7 % de la biomasa en la estación A 11, mientras que en la A13, el poliqueto Notomastus latericeus es el dominante (27.8 %), seguido de Melinna palmata (20.1 %).

3.1.8. Discusión.

La distribución espacial de los sedimentos en la Ría de Arosa probablemente está relacionada con la topografía del fondo y con el sistema dominante de corrientes. Llama la atención el hecho de que la mayor parte de la ría tenga un sedimento muy fangoso y con un contenido orgánico muy elevado. Sin embargo, en la Ría de Pontevedra existen zonas con un contenido orgánico bastante mayor que en la Ría de Arosa (mayor del 20 %), pero este hecho está relacionado con los vertidos orgánicos de la fábrica de celulosa de Marín (NIELL & BUELA, 1976; NIELL & PAZO, 1978; LOPEZ-JAMAR, 1978b).

El origen de este elevado contenido orgánico en el sedimento de gran parte de la Ría de Arosa hay que buscarlo en su elevada productividad primaria (TENORE & GONZALEZ, 1975), que es capaz de mantener un intenso cultivo de mejillones en bateas. Teniendo en cuenta que el mejillón tiene una eficiencia muy baja en la utilización del alimento disponible, una gran parte del material ingerido por este molusco se deposita en el fondo antes de perder su contenido orgánico. Esta acumulación de residuos orgánicos en el fondo puede determinar una deficiencia de oxígeno en el sedimento, que junto a su textura extremadamente blanda, origina un empobrecimiento de las comunidades infaunales.

La distribución espacial de las comunidades (fig. 18) está determinada en gran parte por la distribución del sedimento. La comunidad de Spiochaetopterus costarum se ha descrito anteriormente como característica de sedimentos anóxicos en la Ría de Pontevedra (LOPEZ-JAMAR, 1978b) y en la Ría de Muros (LOPEZ-JAMAR, 1981). Spiochaetopterus sp. ha sido citado como indicador de contaminación orgánica en el sedimento (WASS, 1967). En esta comunidad, la deficiencia de oxígeno parece ser el factor causante de

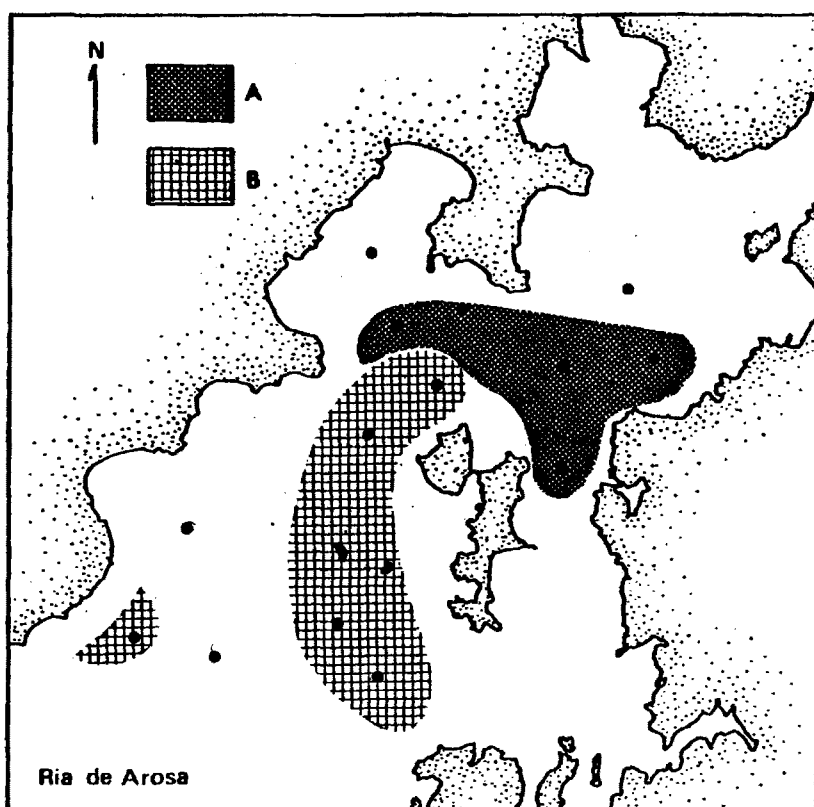


Fig. 18.- Distribución espacial de las comunidades infaunales dominantes en la Ría de Arosa. A: Comunidad de Spiochaetopterus costarum; B: Comunidad de Sternaspis scutata - Tharyx marioni

los valores tan bajos de biomasa y de diversidad. Según THIEL (1978), cuando hay una degradación intensa de la materia orgánica, se puede producir H_2S , lo que limita tanto la biomasa como la diversidad de las comunidades infaunales en estos ambientes.

La comunidad de Sternaspis scutata - Tharyx marioni descrita en este trabajo es muy similar a la comunidad de Amphiura filiformis - Virgularia tuberculata - Sternaspis scutata (GLEMAREC, 1973) de sedimentos fangosos de 10 a 40 m de profundidad. En la Ría de Arosa, esta comunidad es la que ocupa un área mayor. Sin embargo, no está presente ni en la Ría de Muros ni en la de Pontevedra, pero muestras de sedimento de la plataforma gallega frente a las Rías Bajas indican que S. scutata es relativamente abundante en profundidades superiores a los 100 m.

Es interesante señalar la poca importancia en la Ría de Arosa de las comunidades de Amphiura, típicas de zonas estuáricas, y que aparecen muy bien delimitadas en la Ría de Muros (LOPEZ-JAMAR, 1981). No obstante, en radiografías de secciones de sedimento de la parte interna de la Ría de Arosa (RHOADS, comunicación personal), se observan restos del tubo de Maldane glebifex a bastante profundidad en el sedimento. Este poliqueto, característico de la comunidad de Amphiura chiajei - Maldane glebifex en la Ría de Muros, tiene un tubo de fango aglomerado que persiste mucho tiempo después de que el animal haya muerto; la presencia de fragmentos de su tubo en capas profundas del sedimento indica que la comunidad de Amphiura chiajei - Maldane glebifex podría haber existido hace cierto tiempo en la parte interna de la Ría de Arosa, antes de la proliferación del cultivo de mejillón.

La diversidad puede presentar valores muy altos en zonas de solapamiento de comunidades. La elevada diversidad de la estación A9 ($H' = 4.05$) se debe a que en esta zona la comunidad de Sternaspis scutata - Tharyx marioni se solapa con la de Spiochaetopterus costarum. En la estación A3 se presenta una mezcla de especies propias de sedimentos arenosos (Aonides oxycephala, Spio filicornis, etc.) con otras de sedimentos fangosos (Tharyx marioni, Heteromastus filiformis, etc.). Esto está de acuerdo con el sedimento mixto (arena y fango) presente en esta estación, y explica su alta diversidad.

Las estaciones A1 y A4 representan el límite de la comunidad de Sternaspis scutata - Tharyx marioni con otra comunidad propia de sedimentos más arenosos del exterior de la ría, y también presentan una diversidad alta por esta causa.

Exceptuando la estación A3, próxima a la orilla Norte, cuya biomasa es bastante alta, el resto de las estaciones presenta una biomasa mucho más baja que en la Ría de Muros (LOPEZ-JAMAR, 1981), y similar a la biomasa de la Ría de Pontevedra, donde la infauna bentónica está muy empobrecida debido a la contaminación orgánica de la fábrica de celulosa situada en el interior de la ría (LOPEZ-JAMAR, 1978b).

3.2. ESTUDIO TEMPORAL DE LA RIA DE AROSA

3.2. Estudio temporal de la Ría de Arosa.

3.2.1. Variación temporal de las características del sedimento.

Como ya se ha indicado en el apartado referente a metodología, las estaciones seleccionadas para seguir la evolución temporal de las comunidades en la Ría de Arosa fueron A2, A7 y A10. Estas estaciones se eligieron por ser las más representativas de las comunidades de Sternaspis scutata - Tharyx marioni (estación A7) y de Spiochaetopterus costarum (estación A10). La estación A2 se eligió sobre todo con fines comparativos, ya que es la más exterior, y al contrario que las otras dos estaciones, su contenido orgánico es muy bajo y el sedimento es mucho más arenoso.

En las tablas 7, 8 y 9 se relacionan las características del sedimento a lo largo del período de muestreo en las tres estaciones.

El diámetro medio presenta variaciones relativamente pequeñas en las tres estaciones a lo largo del año (Fig. 19 B). En la estación A2, el diáme-

Tabla 7.- Variación temporal de los parámetros del sedimento en la estación A2. (*: media de tres determinaciones).

	Nov.	En.	Mar.	Mayo	Jul.	Set.
Q ₅₀ (φ)	2.95	2.95	3.00	3.00	3.10	3.05
Q ₅₀ (μm)	129	129	125	125	117	121
Q ₂₅ (μm)	210	171	233	149	177	177
Q ₇₅ (μm)	65	72	62	78	65	82
S ₀	1.80	1.54	1.94	1.38	1.65	1.47
% arena	52.3	53.1	50.0	46.7	44.4	49.1
% fango	39.9	40.1	43.6	47.5	49.5	43.9
% arcilla	7.8	6.8	6.4	5.8	6.1	7.0
% M.O.	6.02	6.34	7.05	4.71	5.63	4.22
% C*	2.45	2.24	2.18	1.75	1.65	2.34
% N*	0.33	0.30	0.29	0.24	0.22	0.31
C/N*	7.43	7.51	7.50	7.25	7.46	7.59

Tabla 8.- Variación temporal de los parámetros del sedimento en la estación A7 (* : media de tres determinaciones).

	Nov.	En.	Mar.	Mayo	Jul.	Set.
Q ₅₀ (φ)	6.20	6.50	6.35	5.85	6.35	6.55
Q ₅₀ (μm)	13	11	12	17	12	11
Q ₂₅ (μm)	25	13	14	22	17	12
Q ₇₅ (μm)	11	10	10	12	10	9
S _o	1.58	1.14	1.18	1.35	1.31	1.15
% arena	10.5	1.0	1.1	5.0	0.6	1.6
% fango	78.4	90.4	86.7	85.0	91.1	84.2
% arcilla	11.1	8.6	12.2	10.0	8.3	14.2
% M.O.	14.65	13.66	14.37	15.73	15.14	14.68
% C*	4.15	3.96	4.16	4.61	4.57	4.54
% N*	0.52	0.50	0.53	0.60	0.58	0.57
C/N*	7.96	7.91	7.93	7.71	7.87	7.89

Tabla 9.- Variación temporal de los parámetros del sedimento en la estación A10 (* : media de tres determinaciones).

	Nov.	En.	Mar.	Mayo	Jul.	Set.
Q ₅₀ (φ)	6.30	5.85	6.35	6.35	6.30	6.60
Q ₅₀ (μm)	13	17	12	12	13	10
Q ₂₅ (μm)	19	23	16	15	17	13
Q ₇₅ (μm)	7	9	10	10	10	9
S _o	1.65	1.60	1.26	1.22	1.31	1.20
% arena	3.1	0.5	0.9	0.7	3.2	1.2
% fango	75.9	78.7	89.7	87.0	83.7	81.9
% arcilla	21.0	20.8	9.4	12.3	13.1	16.9
% M.O.	13.56	13.30	13.20	14.26	14.83	14.27
% C*	4.47	4.44	4.39	4.75	4.72	4.69
% N*	0.56	0.55	0.54	0.55	0.60	0.62
C/N*	7.98	8.07	8.13	8.58	8.40	7.53

tro medio varía entre 117 y 129 μm (3.10 - 2.95 δ); en la A7, entre 11 y 17 μm (6.55 - 5.85 δ), y en la A10, entre 10 y 17 μm (6.60 - 5.85 δ).

El contenido de materia orgánica total también presenta una variación relativamente pequeña a lo largo del año. En la estación A2 varía entre 4.22 % (setiembre) y 7.05 % (marzo) (fig. 19 A). El contenido orgánico en las estaciones A7 y A10 sigue una evolución paralela: los valores más bajos se presentan en enero y marzo (A7: 13.66 - 14.37 %; A10: 13.20 - 13.30 %), y los más altos en primavera y verano (A7: 15.14 - 15.73 %; A10: 14.26 - 14.83 %).

Las curvas granulométricas de cada estación a lo largo del año están representadas en las figuras 20 y 21. En estas gráficas se observa que la variación temporal del sedimento es relativamente pequeña.

Con respecto a las proporciones relativas de arena, fango y arcilla (fig. 22), sus valores permanecen también relativamente estables. La estación A2 se sitúa en el límite entre las zonas de arena fangosa y fango arenoso; la proporción de fango aumenta en mayo y julio. Las estaciones A7 y A10 presentan una composición análoga, y se sitúan en la zona de fango puro.

La variación temporal de los porcentajes de carbono y nitrógeno orgánicos se indica en la figura 23. En las estaciones A7 y A10, estos valores comienzan a aumentar en mayo, haciéndose más bajos en otoño e invierno. En la estación A2 ocurre lo contrario: los valores más bajos aparecen en verano, mientras que en otoño e invierno las proporciones de C y N son mayores.

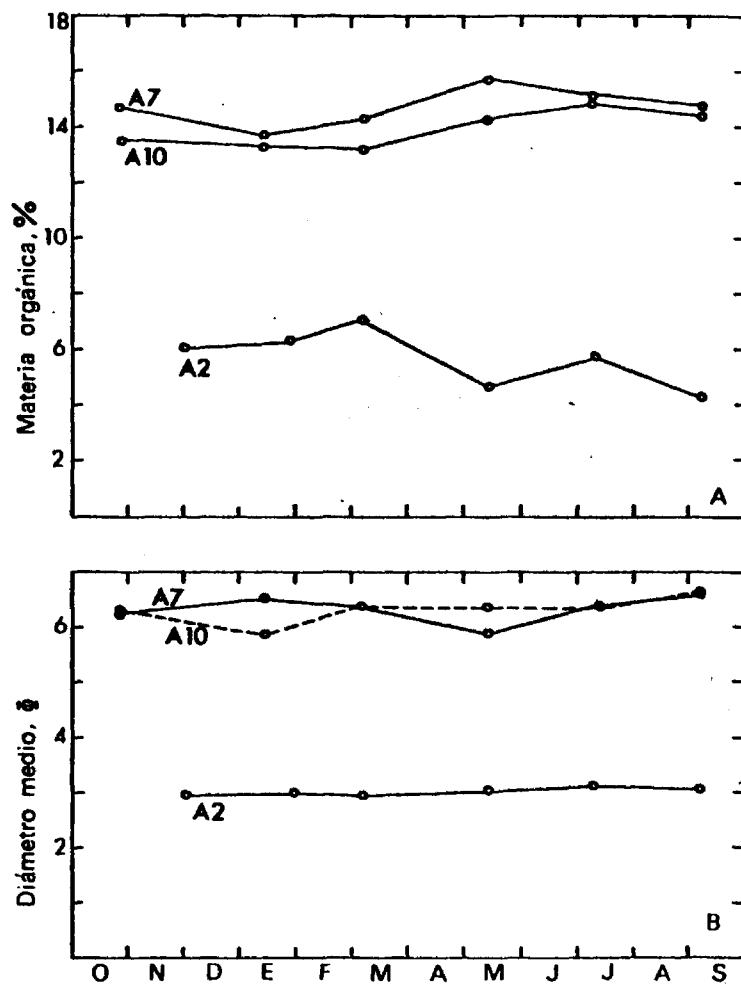


Fig. 19.- A: Variación temporal del contenido en materia orgánica total en la Ría de Arosa. B: variación temporal del diámetro medio del sedimento (unidades ϕ) en la Ría de Arosa.

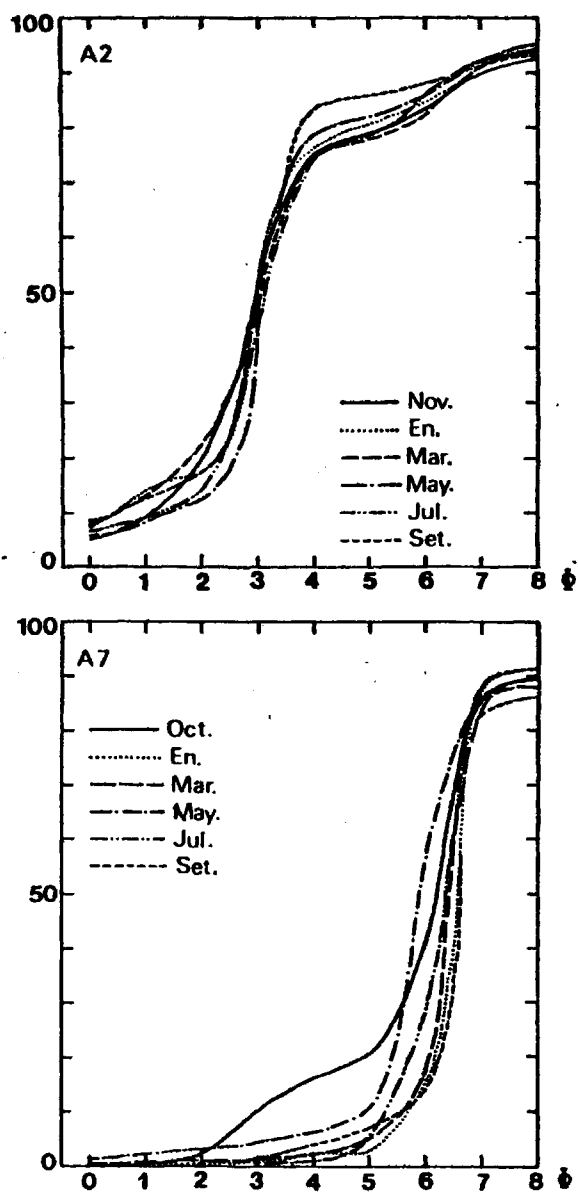


Fig. 20.- Curvas granulométricas de las estaciones A2 y A7.

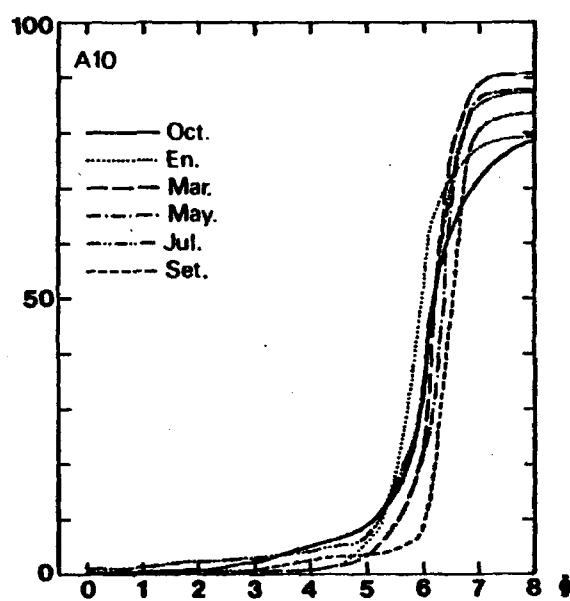


Fig. 21.- Curvas granulométricas de la estación A10.

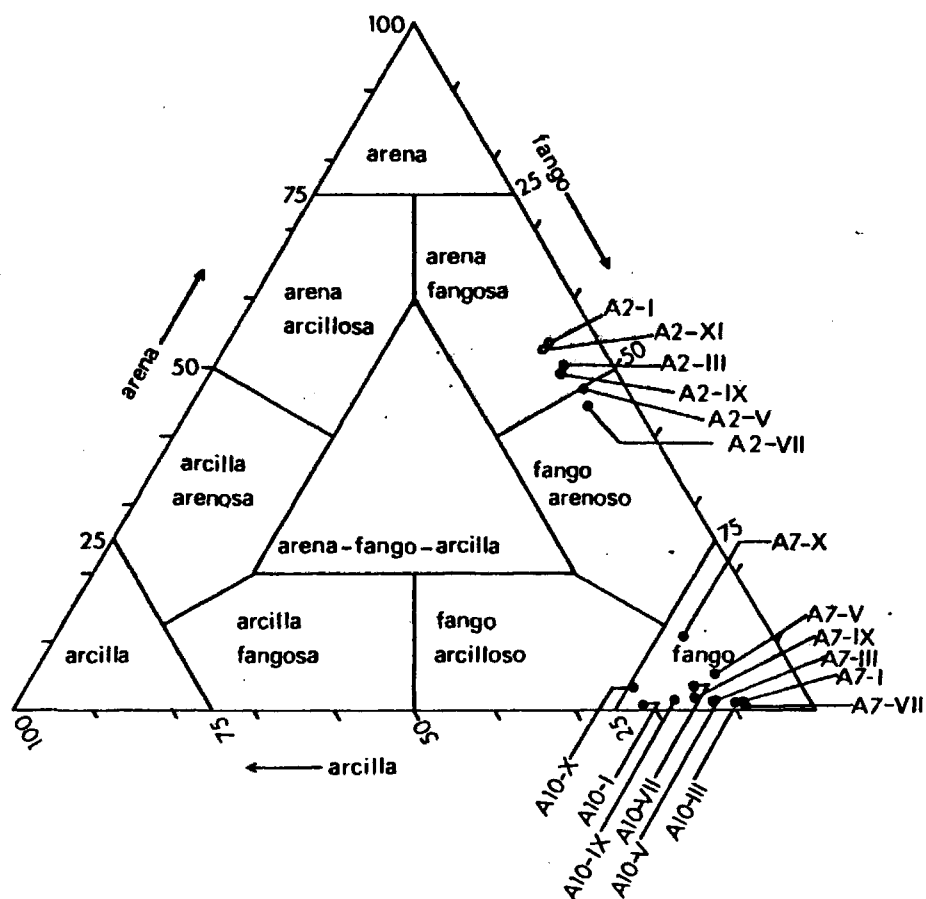


Fig. 22.- Proporciones relativas de arena, fango y arcilla en las estaciones A2, A7 y A10 a lo largo del año.

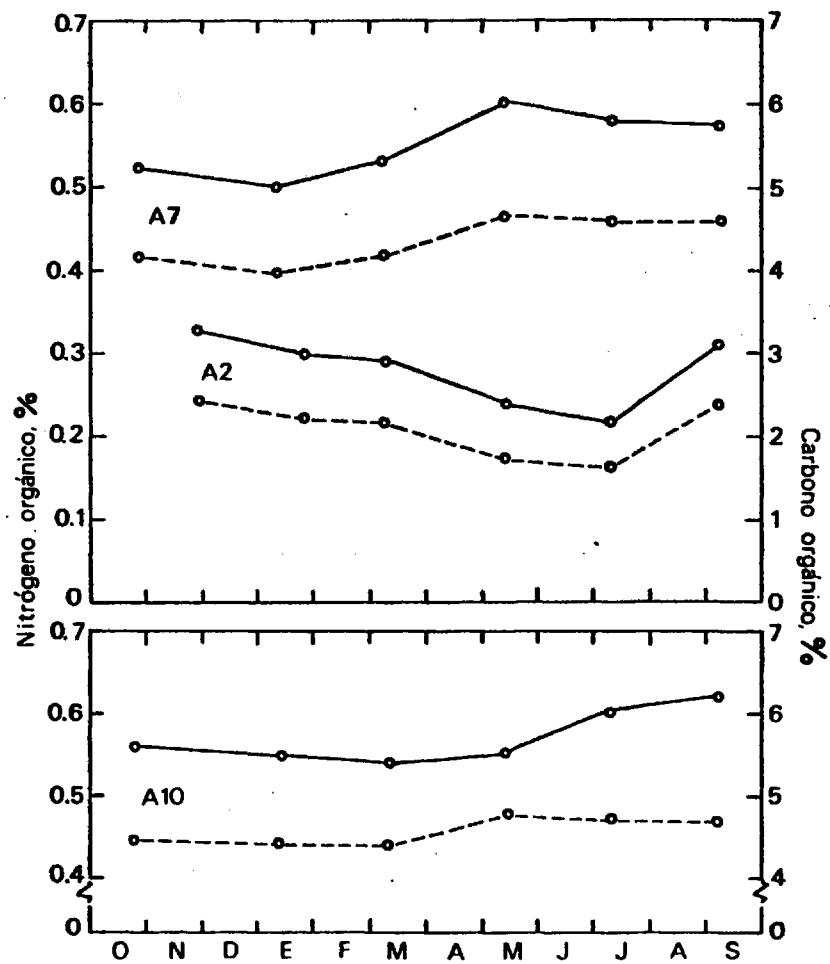


Fig. 23.- Variación temporal del contenido en carbono orgánico (línea de trazos) y en nitrógeno orgánico (línea continua) en las estaciones A2, A7 y A10.

3.2.2. Variación temporal de las comunidades.

Cuando se plantea un estudio de la variación temporal del bentos infau-
nal submareal, se presenta el problema de la repetibilidad de las estaciones
de muestreo. La situación de las estaciones debe ser muy precisa, ya que de
otro modo podríamos interpretar como variaciones temporales diferencias que
realmente son debidas a errores en la situación de las estaciones durante
los muestreos a lo largo del tiempo.

Aunque la variación de las características del sedimento ya nos indi-
caba que la repetibilidad de las muestras era buena, se consideró convenien-
te hacer un estudio de la similaridad entre las muestras, que se realizó por
medio de un dendrograma (fig. 24). En esta gráfica se observan tres grupos
bien definidos que corresponden cada uno de ellos a los seis muestreos rea-

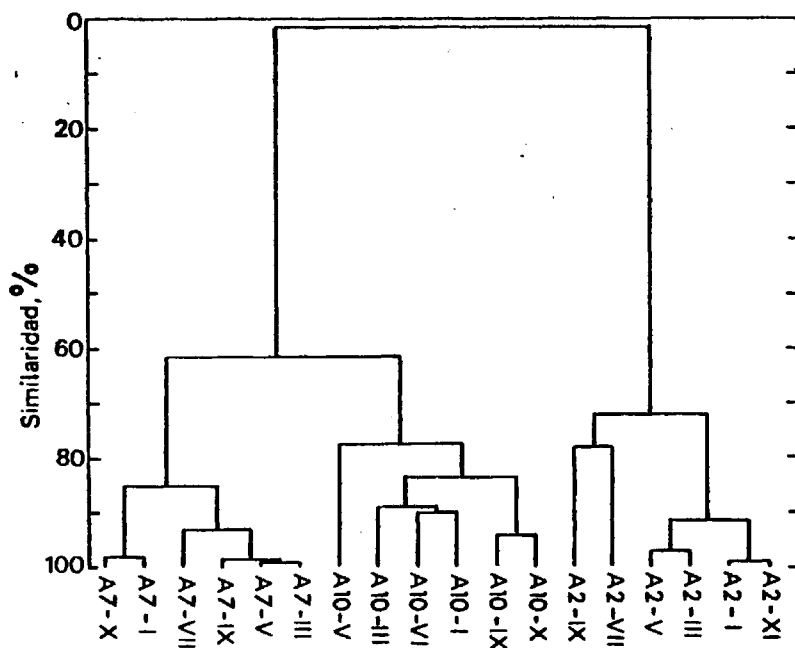


Fig. 24.- Dendrograma de similaridad para las muestras temporales en
la Ría de Arosa.

lizados en cada estación a lo largo del año. Las similaridades entre muestras de una misma estación son siempre muy altas ($> 70 \%$), mientras que la similaridad entre muestras de distintas estaciones es siempre más baja.

La composición específica de la estación A2 a lo largo del año se relaciona en la tabla 10. Hay pocas especies en las que se pueda apreciar una variación temporal clara. La abundancia de Prionospio malmgreni va disminuyendo de otoño (4896 individuos/m² en noviembre) a verano (680 individuos/m² en julio). Este poliqueto es dominante en la estación A2 durante todo el año excepto en setiembre, cuando el decápodo Anapagurus laevis se convierte en la especie dominante, alcanzando densidades muy altas (872 individuos/m²). Esta última especie es probablemente de hábitos migratorios, por lo que su presencia en densidades relativamente elevadas puede ser meramente accidental. Spio filicornis es otra especie en la que se observa cierta variación temporal: su densidad es muy baja en invierno y primavera (< 12 individuos por m²), y alcanza el máximo en julio (388 individuos/m²).

La especie dominante en la estación A7 es Sternaspis scutata (tabla 11). Aunque sus variaciones temporales no son muy acusadas, la máxima densidad se presenta en mayo (400 individuos/m²) y la mínima en octubre (112 individuos/m²). La siguiente especie en abundancia en la estación A7 es Tharyx marioni, cuya densidad presenta una variación temporal muy pequeña; el mínimo aparece en mayo (32 individuos/m²) y el máximo en julio (88 individuos/m²). La especie que presenta una mayor variación con el tiempo en esta estación es Virgularia sp. En otoño e invierno las densidades son muy bajas (0 - 4 individuos/m²); en primavera y verano su densidad va aumentando, alcanzando su máximo en setiembre (48 individuos/m²).

En la estación A10, las dos especies dominantes son Spiochaetopterus costarum y Sternaspis scutata. Su variación temporal es muy pequeña (tabla 12), y no puede detectarse un patrón lógico de variación.

En resumen, podemos decir que la composición específica de las comunidades infaunales de la Ría de Arosa se mantiene relativamente estable en relación con el tiempo. La mayoría de las especies aparecen en densidades relativamente bajas durante todo el año, aunque algunas de ellas (Prionospio malmgreni, Anapagurus laevis) pueden presentar variaciones temporales importantes en su densidad.

Tabla 10.- Composición específica de la estación A2 a lo largo del año. La abundancia está expresada en individuos/m².

POLIQETOS	Nov.	En.	Mar.	Mayo	Jul.	Set.
<u>Prionospio malmgreni</u> Clap.	4896	1624	920	1132	680	924
<u>Prionospio cirrifer</u> Wren	40	-	28	12	44	20
<u>Spio filicornis</u> (Müller)	12	12	8	4	388	264
<u>Polydora</u> sp.	-	8	24	16	24	16
<u>Scolecopsis</u> sp.	-	-	-	8	4	20
<u>Magelona</u> sp.	4	-	4	8	-	16
<u>Chaetozone setosa</u> Malmgren	12	-	4	16	16	52
<u>Tharyx marioni</u> (St.-Joseph)	52	8	24	-	8	8
<u>Spiochaetopterus costarum</u> Clap.	8	-	-	-	-	-
<u>Aricidea</u> sp.	88	52	128	56	128	308
Orbiniidae indet.	-	-	-	4	-	-
<u>Poecilochaetus serpens</u> Allen	12	-	4	20	40	8
<u>Scalibregma inflatum</u> Rathke	-	4	8	4	4	16
<u>Capitomastus minimus</u> (Langerhans)	12	24	28	48	24	48
<u>Notomastus latericeus</u> Sars	28	24	36	20	16	16
<u>Praxillella affinis</u> (Sars) ?	-	8	-	36	8	8
<u>Euclymene oerstedii</u> (Clap.)	-	-	-	-	-	4
<u>Owenia fusiformis</u> delle Chiaje	-	-	8	-	-	-
<u>Amphictene auricoma</u> (Müller)	-	-	4	-	-	-
<u>Lagis koreni</u> Malmgren	12	8	-	-	-	-
<u>Melinna palmata</u> Grube	8	4	4	4	-	-
<u>Ampharete acutifrons</u> (Grube)	16	4	16	32	-	8
<u>Amphiteis gunneri</u> (Sars)	-	-	-	-	4	-
<u>Stylarioides plumosa</u> (Müller)	-	-	4	-	-	-
<u>Terebellides stroemi</u> Sars	-	-	-	-	-	4
<u>Polycirrus</u> sp.	8	4	36	4	20	-
<u>Nicolea venustula</u> (Montagu)	-	-	-	8	-	-
<u>Sphaerodorum clapedi</u> Greeff	12	4	4	-	-	-
<u>Harmothoe lunulata</u> (delle Chiaje)	-	4	12	16	4	4
<u>Harmothoe</u> sp.	8	-	8	4	-	32

	Nov.	En.	Mar.	Mayo	Jul.	Set.
<u>Leanira yhleni</u> Malmgren	64	8	12	4	12	-
<u>Pholoe minuta</u> (Fabricius)	12	-	4	-	4	-
<u>Sthenelais boa</u> (Johnston)	-	-	-	8	-	-
<u>Sthenelais limicola</u> (Ehlers)	-	-	-	4	-	4
<u>Phyllodoce kosteriensis</u> (Malmgren)	16	12	-	-	-	4
<u>Phyllodoce laminosa</u> Savigny	8	-	-	-	4	8
<u>Eulalia fuscens</u> St.-Joseph	28	36	4	160	112	132
<u>Ancistrosyllis groenlandica</u> McIntosh ?	-	-	-	-	-	4
<u>Gyptis capensis</u> (Day)	-	8	4	-	4	12
<u>Syllidae</u> spp. indet.	8	-	12	72	24	16
<u>Leptonereis glauca</u> (Clap.)	4	-	4	-	4	-
<u>Nereidae</u> indet.	-	-	-	-	-	4
<u>Nephtys hystrix</u> McIntosh	20	28	20	28	20	4
<u>Glycera rouxii</u> Aud. & M.Edw.	16	-	20	12	16	16
<u>Glycinde nordmanni</u> (Malmgren)	16	12	16	-	4	-
<u>Eunice vittata</u> (delle Chiaje)	4	-	8	4	-	4
<u>Nematonereis unicornis</u> (Grube)	-	4	8	4	8	4
<u>Ninoe armoricana</u> Glemarec	-	-	4	-	-	-
<u>Lumbrineris fragilis</u> (Müller)	60	60	32	4	8	16
<u>Lumbrineris impatiens</u> (Clap.)	-	-	124	88	64	132

MOLUSCOS

<u>Abra alba</u> (Wood)	48	12	12	4	20	-
<u>Thyasira flexuosa</u> (Montagu)	16	12	-	4	8	-
<u>Myrtea spinifera</u> (Montagu)	4	-	4	-	-	-
<u>Nucula sulcata</u> Bronn	4	24	24	-	8	16
<u>Venus striatula</u> (da Costa)	24	28	56	8	12	-
<u>Venus ovata</u> Pennant	-	12	4	-	-	4
<u>Corbula gibba</u> (Olivi)	4	4	-	-	-	-
<u>Cultellus pellucidus</u> (Pennant)	8	-	-	4	-	4
<u>Tellina</u> sp.	44	-	-	4	4	-
<u>Bivalvo</u> indet.	-	-	8	-	-	-

	Nov.	En.	Mar.	Mayo	Jul.	Set.
<u>Neptunea contraria</u> (L.)	-	-	-	-	-	4
<u>EQUINODERMOS</u>						
<u>Amphiura chiajei</u> Forbes	8	-	12	-	4	-
<u>Amphiura filiformis</u> O.F. Müller	-	-	-	4	-	4
<u>Ophiura albida</u> Forbes	-	-	-	-	-	4
<u>Ophiotrix fragilis</u> (Abildgaard)	-	-	-	4	-	-
<u>Leptosynapta bergensis</u> (Ost.)	-	-	4	-	-	-
<u>CRUSTACEOS</u>						
<u>Leucothoe lilljeborgi</u> Boeck	4	-	16	-	-	-
<u>Microdeutopus armatus</u> Chevreux ?	-	-	-	196	64	56
<u>Ampelisca</u> spp.	600	192	420	124	208	88
<u>Corophium</u> sp.	36	8	4	-	-	-
<u>Ampilochidae</u> indet.	-	-	-	4	-	-
<u>Anfípodos</u> indet.	144	36	56	32	84	228
<u>Phtisica marina</u> Slabber	-	4	-	4	8	8
<u>Mysidáceo</u> indet.	4	-	-	-	-	-
<u>Cumáceo</u> indet.	112	12	20	-	12	4
<u>Cirolana</u> sp.	4	16	-	-	4	32
<u>Gnathidae</u> indet.	-	-	-	40	16	24
<u>Anapagurus laevis</u> (Bell)	4	12	-	176	56	872
<u>Inachus dorsettensis</u> (Pennant)	4	-	-	-	-	-
<u>Eurynome aspera</u> (Pennant)	-	4	8	-	-	-
<u>Processa</u> sp.	8	-	-	4	-	-
<u>Pisidia longicornis</u> L.	4	12	-	100	20	56
<u>Asthenognathus atlanticus</u> Monod	-	-	4	-	-	-
<u>Macropipus depurator</u> (L.)	-	4	-	-	-	-
<u>Atelecycylus rotundatus</u> (Oliv) ?	-	-	-	4	-	-
<u>Ebalia tuberosa</u> (Pennant)	-	-	-	4	-	-
<u>OTROS</u>						
<u>Nemertinos</u> indet.	100	44	120	76	40	168
<u>Equiúrido</u> indet.	4	-	-	12	16	44

Tabla 11 .- Composición específica de la estación A7 a lo largo del año. La abundancia está expresada en individuos/m².

POLIQETOS	Oct.	En.	Mar.	Mayo	Jul.	Set.
<u>Prionospio malmgreni</u> Clap.	-	4	4	4	4	-
<u>Prionospio cirrifer</u> Wiren	24	8	-	20	36	-
<u>Polydora</u> sp.	-	-	-	-	4	-
<u>Magelona</u> sp.	24	24	-	8	20	8
<u>Chaetozone setosa</u> Malmgren	-	8	4	4	-	-
<u>Tharyx marioni</u> (St.-Joseph)	64	60	36	32	88	36
<u>Spiochaetopterus costarum</u> (Clap.)	12	16	20	12	16	4
<u>Aricidea</u> sp.	4	-	4	-	16	8
<u>Scoloplos armiger</u> (Müller) ?	-	-	-	-	-	4
<u>Poecilochaetus serpens</u> Allen	-	-	4	-	-	-
<u>Notomastus latericeus</u> Sars	4	4	4	4	4	-
<u>Heteromastus filiformis</u> (Clap.)	-	-	8	12	4	-
<u>Maldane glebifex</u> Grube	-	-	4	24	12	-
<u>Ampharete acutifrons</u> (Grube)	-	12	-	16	-	8
<u>Melinna palmata</u> Grube	-	4	-	-	-	-
<u>Sternaspis scutata</u> (Renier)	112	128	276	400	280	312
<u>Polycirrus</u> sp.	8	8	4	-	12	16
<u>Cossura soyeri</u> Laubier	8	8	4	-	32	4
<u>Armandia</u> sp.	-	-	28	-	-	-
<u>Harmothoe lunulata</u> (delle Chiaje)	-	-	16	-	-	-
<u>Leanira yhleni</u> Malmgren	-	4	8	4	16	4
<u>Eulalia fuscens</u> St.-Joseph	-	-	-	-	-	-
<u>Ancistrosyllis groenlandica</u> McIntosh ?	-	8	-	-	4	4
<u>Ophiodromus flexuosus</u> (d.Chiaje)	-	-	4	-	-	-
<u>Gyptis capensis</u> (Day)	4	4	4	8	8	16
<u>Syllidae</u> indet.	-	-	4	-	-	-
<u>Nephtys hystrix</u> McIntosh	-	-	-	4	-	-
<u>Glycera unicornis</u> Savigny	-	4	-	-	-	-
<u>Lumbrineris fragilis</u> (Müller)	-	-	4	8	4	4
<u>Lumbrineris impatiens</u> (Clap.)	8	-	4	-	8	12

MOLUSCOS

	<u>Oct.</u>	<u>En.</u>	<u>Mar.</u>	<u>Mayo</u>	<u>Jul.</u>	<u>Set.</u>
<u>Thyasira flexuosa</u> (Montagu)	4	-	-	8	4	4
<u>Myrtea spinifera</u> (Montagu)	-	-	4	-	-	-
<u>Mysella bidentata</u> (Montagu)	-	-	8	-	-	4
<u>Venus striatula</u> (da Costa)	-	-	8	-	-	-
<u>Opistobranquio</u> indet.	-	-	-	4	-	4

EQUINODERMOS

<u>Amphiura chiajei</u> Forbes	-	8	12	16	4	4
<u>Amphiura filiformis</u> O.F. Müller	-	-	4	-	12	8
<u>Leptosynapta bergensis</u> (Ost.)	36	40	4	24	8	8
<u>Leptosynapta inhaerens</u> (Müller)	-	-	8	-	-	-
<u>Echinocardium cordatum</u> (Pennant)	4	-	-	-	-	-
<u>Brissopsis lyrifera</u> Forbes	-	4	-	-	-	-

CRUSTACEOS

<u>Leucothoe lilljeborgi</u> Boeck	-	-	-	-	4	-
<u>Ampelisca</u> sp.	-	-	-	4	4	-
<u>Pisidia longicornis</u> L.	-	-	-	-	-	8
<u>Processa</u> sp.	-	-	-	-	8	12

OTROS

<u>Nemertinos</u> indet.	68	56	40	124	112	68
<u>Virgularia</u> sp.	-	4	4	24	40	48

Tabla 12 .- Composición específica de la estación A10 a lo largo del año.
La abundancia está expresada en individuos/m².

<u>POLIQUETOS</u>	Oct.	En.	Mar.	Mayo	Jul.	Set.
<u>Prionospio malmgreni</u> Clap.	-	-	-	-	4	-
<u>Prionospio cirrifer</u> Wiren	12	16	12	108	48	4
<u>Magelona</u> sp.	-	4	4	-	-	-
<u>Chaetozone setosa</u> Malmgren	8	4	-	-	8	4
<u>Tharyx marioni</u> (St.-Joseph)	-	8	16	12	-	-
<u>Spiochaetopterus costarum</u> (Clap.)	52	48	76	68	92	44
<u>Orbiniidae</u> indet.	-	-	-	-	4	-
<u>Sternaspis scutata</u> (Renier)	84	52	24	96	56	44
<u>Melinna palmata</u> Grube	4	-	-	4	-	-
<u>Heteromastus filiformis</u> (Clap.)	12	8	24	16	12	-
<u>Polycirrus</u> sp.	-	-	-	4	-	-
<u>Terebellidae</u> indet.	-	-	-	-	4	-
<u>Cossura soyeri</u> Laubier	8	20	4	-	16	-
<u>Leanira yhleni</u> Malmgren	-	-	-	4	-	-
<u>Eulalia fuscens</u> St.-Joseph	-	-	-	4	-	-
<u>Syllidae</u> indet.	-	-	8	-	-	-
<u>Lumbrineris fragilis</u> (Müller)	-	8	-	-	-	-
<u>MOLUSCOS</u>						
<u>Thyasira flexuosa</u> (Montagu)	4	-	-	-	-	-
<u>Myrtea spinifera</u> (Montagu)	-	-	-	4	4	-
<u>Venus striatula</u> (da Costa)	-	-	12	4	4	4
<u>Corbula gibba</u> (Olivi)	-	-	-	4	-	-
<u>Opisthobranchio</u> indet.	-	24	-	8	-	4
<u>EQUINODERMOS</u>						
<u>Leptosynapta bergensis</u> (Ost.)	8	20	4	4	8	-
<u>CRUSTACEOS</u>						
<u>Pisidia longicornis</u> L.	-	-	-	4	-	-

	Oct.	En.	Mar.	Mayo	Jul.	Set.
<u>Processa</u> sp.	-	-	-	4	-	-
<u>Lissyanassidae</u> indet.	-	-	-	4	-	-
Anfípodos indet.	-	-	-	4	-	-
<u>OTROS</u>						
Nemertinos indet.	8	4	32	4	40	-
<u>Virgularia</u> sp.	4	-	-	-	8	8
<u>Cerianthus</u> sp.	-	-	-	4	-	-
Equiúrdo indet.	-	-	16	-	-	-

3.2.3. Variación temporal de la diversidad.

Las variaciones de la diversidad y equitatividad en la Ría de Arosa a lo largo del año se relacionan en la tabla 13. En la estación A2, la diversidad es relativamente baja en noviembre y enero (1.93 y 2.32, respectivamente), a causa de la baja equitatividad (0.34 y 0.44) debida a la gran dominancia de Prionospio malmgreni en estos meses. En primavera y verano, al disminuir la dominancia de esta especie, la equitatividad se hace más alta ($0.62 \leq J' \leq 0.70$), y por tanto también aumenta la diversidad ($3.53 \leq H' \leq 3.84$) (fig. 25).

La evolución de la diversidad a lo largo del año en las estaciones A7 y A10 presenta oscilaciones menos acusadas que en la estación A2. En la estación A7, la diversidad varía entre 2.69 y 3.38, y la equitatividad entre 0.60 y 0.78. Estos dos parámetros son mínimos en mayo, debido a la gran dominancia de Sternaspis scutata.

En la estación A10, la diversidad es mínima en setiembre ($H' = 2.02$), a causa del número tan reducido de especies (7) y a pesar de que la equitatividad es relativamente alta ($J' = 0.72$). En esta estación, la diversidad más alta se alcanza en enero ($H' = 3.09$), lo mismo que la equitatividad ($J' = 0.86$) (fig. 25).

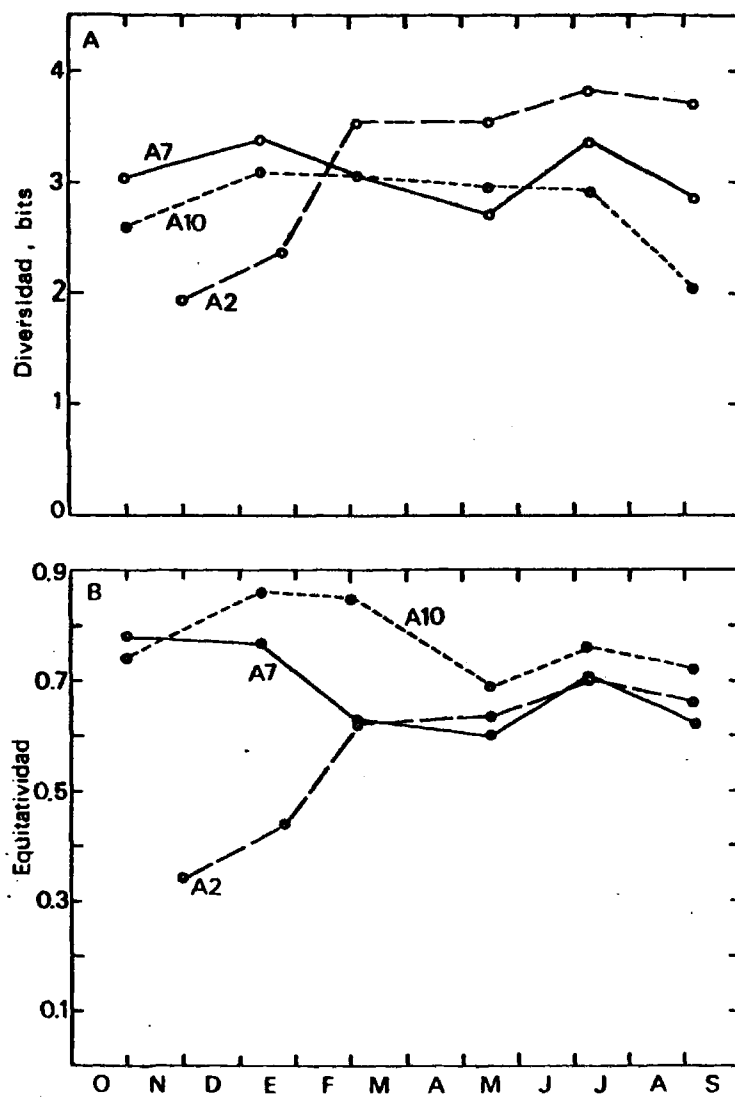


Fig. 25.- Evolución temporal de la diversidad (A) y de la equitatividad (B) en la Ría de Arosa.

Tabla 13.- Variación temporal de la diversidad y de la equitatividad en las estaciones A2, A7 y A10 de la Ría de Arosa.

		Nov.	En.	Mar.	Mayo	Jul.	Set.
A2	H'	1.93	2.32	3.53	3.55	3.84	3.71
	J'	0.34	0.44	0.62	0.63	0.70	0.66
		Oct.	En.	Mar.	Mayo	Jul.	Set.
A7	H'	3.06	3.38	3.06	2.69	3.36	2.85
	J'	0.78	0.77	0.63	0.60	0.71	0.62
A10	H'	2.58	3.09	3.04	2.96	2.91	2.02
	J'	0.74	0.86	0.85	0.69	0.76	0.72

3.2.4. Variación temporal de la biomasa.

En la tablas 14 a 16 están indicados los valores de la biomasa en las tres estaciones muestreadas a lo largo del año en la Ría de Arosa, así como los porcentajes en que cada grupo contribuye a la biomasa.

En la estación A2, la biomasa varía entre 1.54 g/m² (julio) y 6.02 g/m² (marzo). La proporción de poliquetos oscila entre 15.1 % (setiembre) y 48.1 % (noviembre). Las especies de poliquetos que más contribuyen en la biomasa de esta estación son Lumbrineris fragilis, Nephtys hystrix y Leanira yhleni. La proporción formada por los moluscos varía entre 12.7 % (mayo) y 59.6 % (marzo). De ellos, el bivalvo Venus striatula es el que presenta una mayor biomasa, seguido de Nucula sulcata y de Abra alba. Los equinodermos forman siempre una fracción muy pequeña en la biomasa de esta estación. El porcentaje máximo de este grupo es de 4.3 % en julio, y en enero no aparece ningún equinodermo. Los crustáceos presentan unas variaciones muy acusadas en su biomasa: el valor mínimo se presenta en marzo (8.3 %), pero en setiembre son el grupo dominante (44.3 %) a causa de la aparición de gran número de ejemplares de Anapagurus laevis. El grupo "otros" es poco

Tabla 14.- Biomasa total (g/m² M.O.) y proporciones de los distintos grupos en la estación A2 a lo largo del año.

	Nov.	En.	Mar.	Mayo	Jul.	Set.
TOTAL	2.64	2.26	6.02	3.98	1.54	4.76
% Poliquetos	48.1	39.5	27.4	27.1	47.9	15.1
% Moluscos	35.5	40.9	59.6	12.7	26.1	33.9
% Equinodermos	3.2	0	3.2	0.3	4.3	2.6
% Crustáceos	9.2	19.1	8.3	38.7	17.1	44.3
% Otros	4.0	0.5	1.5	21.2	4.6	4.1

Tabla 15.- Biomasa total (g/m² M.O.) y proporciones de los distintos grupos en la estación A7 a lo largo del año. 0*: Biomasa despreciable.

	Oct.	En.	Mar.	Mayo	Jul.	Set.
TOTAL	2.01	2.00	2.43	4.47	3.50	4.14
% Poliquetos	82.0	66.5	75.5	55.7	61.9	55.3
% Moluscos	0.1	0	1.2	0*	0*	0*
% Equinodermos	15.4	31.5	22.4	13.0	8.7	6.2
% Crustáceos	0	0	0*	0*	2.0	0.3
% Otros	2.5	2.0	0.9	31.3	27.4	38.2

Tabla 16.- Biomasa total (g/m² M.O.) y proporciones de los distintos grupos en la estación A10 a lo largo del año.

	Oct.	En.	Mar.	Mayo	Jul.	Set.
TOTAL	1.80	1.45	1.70	4.11	3.51	1.97
% Poliquetos	88.4	97.7	93.5	95.5	78.6	70.3
% Moluscos	0.4	0.1	2.3	1.0	4.7	0.2
% Equinodermos	3.3	1.8	0.3	0.8	3.6	0
% Crustáceos	0	0	0	2.6	0	0.1
% Otros	7.9	0.4	3.9	0.1	13.1	29.4

importante en todos los muestreos excepto en mayo, cuando la presencia de varios nemertinos de gran tamaño hace que su proporción en la biomasa total alcance el 21.2 %.

En la estación A7, la biomasa total varía entre 2.00 g/m² (enero) y 4.47 g/m² (mayo). El grupo poliquetos es siempre el más importante, y su porcentaje en la biomasa total oscila entre el 55.7 % (mayo) y el 82.0 % (octubre). La especie dominante en todos los muestreos es Sternaspis scutata, que puede llegar a formar más del 45 % de la biomasa total. Los moluscos nunca superan el 1.2 %, siendo el más abundante Thyasira flexuosa. La proporción de equinodermos varía entre el 6.2 % (setiembre) y el 31.5 % (enero).

Amphiura chiajei y Leptosynapta bergensis son las especies que contribuyen a la biomasa en una mayor proporción. El grupo "otros" es poco importante en octubre, enero y marzo (0.9 - 2.5 %), pero su proporción aumenta mucho en mayo (31.3 %), julio (27.4 %) y setiembre (38.2 %), debido a la mayor biomasa aportada por los nemertinos y por Virgularia sp.

En la estación A10, los valores de la biomasa total se sitúan entre 1.45 g/m² (enero) y 4.11 g/m² (mayo). Los poliquetos son el grupo dominante en esta estación: su proporción en la biomasa total es siempre mayor del 70 %, y en varios muestreos supera el 90 %. Spiochaetopterus costarum y Sternaspis scutata son las dos especies que más contribuyen a la biomasa. Los moluscos son poco importantes, y el porcentaje más alto que alcanzan es el 4.7 % en julio. Las especies más importantes son Venus striatula y Myrtea spinifera. La proporción de equinodermos en esta estación no supera el 3.6 %, y la única especie presente es Leptosynapta bergensis. Los crustáceos tampoco son importantes, y la proporción máxima que alcanzan es el 2.6 % de la biomasa total. Por último, el grupo "otros" es poco importante de octubre a mayo (0.1 - 7.9 %), pero en julio forma el 13.1 % y en setiembre alcanza el 29.4 % de la biomasa total, a causa de la presencia de Virgularia sp.

Las variaciones temporales de la biomasa total y de las proporciones de cada grupo en estas tres estaciones están representadas gráficamente en la figura 26.

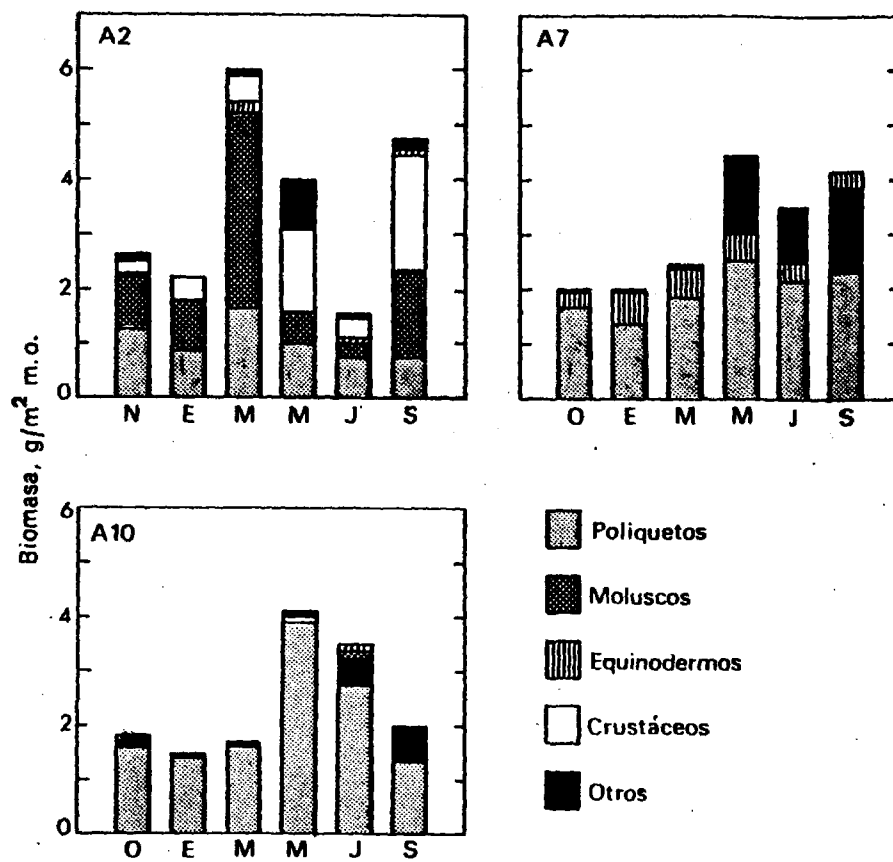


Fig. 26.- Variación temporal de la biomasa total (g/m² M.O.) y de las proporciones de los distintos grupos en las estaciones A2, A7 y A10 de la Ría de Arosa.

3.2.5. Discusión.

La ausencia de variaciones significativas en la abundancia de los organismos bentónicos infaunales ha sido señalada por bastantes autores (BLEGVAD, 1925; STEVEN, 1930; JONES, 1952; LIE, 1968). La causa generalmente aceptada es que gran parte de las especies infaunales presentan ciclos vitales de varios años de duración: las generaciones se solapan, lo que tiende a reducir las variaciones estacionales.

En la Ría de Arosa, las condiciones del agua de fondo varían muy poco a lo largo del año; la temperatura y la salinidad permanecen prácticamente constantes, aunque es probable que los niveles de oxígeno disuelto sean bastante más bajos en verano a causa de la estratificación de la columna de agua en esta época. Las condiciones sedimentológicas en una zona dada también son muy estables con relación al tiempo. Esta constancia de las condiciones ambientales también puede influir en la poca variación de las comunidades infaunales de la Ría de Arosa durante el período de muestreo.

En las tres estaciones muestreadas a lo largo del año se observa una tendencia a la disminución del diámetro medio del sedimento en los meses de verano. Este hecho puede relacionarse con un hidrodinamismo más bajo en esta época del año, que hace que la deposición de partículas finas en el fondo sea mayor. El aumento en la proporción de fango y arcilla trae como consecuencia un aumento del contenido orgánico en el sedimento, ya que las partículas más finas tienden a "atrapar" la materia orgánica (SANDERS, 1956). Esto explica que el contenido orgánico y el contenido en C y N en las estaciones A7 y A10 sea algo mayor en los meses de verano.

La composición específica de las comunidades permanece muy estable durante todo el año. La mayor parte de las especies presentan pocas variaciones en su densidad, aunque algunas de ellas pueden presentar oscilaciones temporales importantes. Esto está de acuerdo con los datos de SANDERS (1956) y es consecuencia de la estabilidad de las condiciones ambientales. Sin embargo, en la estación A10 se observa una reducción en el número de especies y de individuos en el mes de setiembre, que probablemente es debida a niveles muy bajos de oxígeno originados por la estratificación de la columna de agua después de los meses de verano.

La diversidad presenta también variaciones temporales poco acusadas,

exceptuando la estación A2, en la que la gran dominancia de Prionospio malmgreni en noviembre y enero hace que en estos meses la diversidad sea relativamente baja con respecto al resto del año.

LIE (1968) señala que, aunque las variaciones temporales de la biomasa pueden ser ocasionalmente muy acusadas, gran parte de esta variabilidad se debe a la aparición esporádica de especies poco frecuentes de gran tamaño. En la Ría de Arosa, la variación temporal de la biomasa es relativamente pequeña, y la proporción en que los diferentes grupos contribuyen a la biomasa también se mantiene relativamente estable.

Los estudios de la variación temporal de las comunidades infaunales tienden a enfocarse en la actualidad a un plazo mucho más largo que un año. Hay evidencias de ciclos de varios años de duración en ciertas comunidades, lo que hace que los estudios anuales sean de poco valor. En el futuro, el estudio de la variación temporal de la infauna tendrá que basarse en un número pequeño de muestreos anuales (de dos a cuatro), pero continuándose durante varios años (cinco por lo menos).

85

3.3. ESTUDIO ESPACIAL DE LA RIA DE MUROS

3.3. Estudio espacial de la Ría de Muros.

3.3.1. Granulometría de los sedimentos.

En la tabla 17 se relacionan los parámetros granulométricos de las 13 estaciones muestreadas en la Ría de Muros. En la parte interna y en la orilla Norte de la Ría (estaciones M5, M6, M7, M8, M10, M11, M12 y M13), el sedimento contiene una elevada proporción de fango y arcilla. En estas áreas, el porcentaje de arena no sobrepasa el 11.5 %, y el diámetro medio varía entre $8\text{ }\mu\text{m}$ y $38\text{ }\mu\text{m}$. Por el contrario, en la parte exterior y en la orilla Sur de la ría (estaciones M1, M2, M4 y M9), el sedimento es mucho más arenoso (23.3 - 95.8 % de arena), y el diámetro medio es mayor ($95\text{ }\mu\text{m} \leq Q_{50} \leq 379\text{ }\mu\text{m}$). La estación M3, aunque está situada en el exterior, presenta un sedimento bastante fangoso ($Q_{50} = 30\text{ }\mu\text{m}$).

En la figura 27 se representan las curvas granulométricas del sedimento. Si consideramos los porcentajes de arena, fango y arcilla, representándolos en un diagrama de tres ejes (fig. 28), vemos que sólo dos estaciones (M1 y M2) se sitúan en la zona de arena pura. Las estaciones M3 y M4 están compuestas de fango arenoso, y el resto de las estaciones están situadas en el área de fango puro o de fango arcilloso.

La única estación cuyo sedimento presenta una selección moderadamente buena es la M1 ($S_0 = 1.30$). Las estaciones M2, M4, M5, M8, M9 y M13 tienen selección moderada; M7, M10, M11 y M12 presentan una selección pobre, y la estación M3 tiene selección mala. En la estación M6, el porcentaje de sedimento mayor de $3.9\text{ }\mu\text{m}$ es mayor del 25 %, por lo que no se puede calcular el Q_{75} ni el coeficiente de selección.

En la figura 29 se representa la distribución espacial del diámetro medio del sedimento. En la parte interna y en la parte media de la orilla Norte es donde el diámetro medio es menor. La zona de mayor diámetro medio corresponde a la parte externa y la orilla Sur. De acuerdo con esto, la Ría de Muros puede dividirse en dos zonas bien diferenciadas:

- 1) La zona interna y la parte media de la orilla Norte, que presenta un sedimento muy fangoso.
- 2) La zona externa y la parte Sur de la ría, con un sedimento más arenoso.

Tabla 17.- Parámetros granulométricos del sedimento en la Ría de Muros.
Q₅₀ = diámetro medio en μ m. % M.O. = % materia orgánica.

Est.	Q ₅₀	Q ₂₅	Q ₇₅	S ₀	% arena	% fango	% arcilla	% M.O.
M1	379	467	277	1.30	95.8	4.2	0.0	1.76
M2	218	287	134	1.46	77.6	17.5	4.9	4.80
M3	36	154	7	4.69	31.1	56.5	12.4	9.93
M4	95	125	62	1.42	23.3	68.5	8.2	6.78
M5	12	27	9	1.73	1.8	85.3	12.9	15.89
M6	8	15	-	-	0.8	72.1	27.1	16.98
M7	11	44	6	2.71	6.0	82.7	11.3	13.50
M8	24	55	19	1.70	11.3	78.9	9.8	14.29
M9	203	277	134	1.44	76.4	19.4	4.2	3.66
M10	36	67	10	2.59	11.4	76.1	12.5	14.67
M11	24	69	9	2.77	5.4	79.5	15.1	12.17
M12	38	77	12	2.53	5.5	78.5	16.0	13.45
M13	19	30	12	1.58	2.3	87.4	10.3	13.61

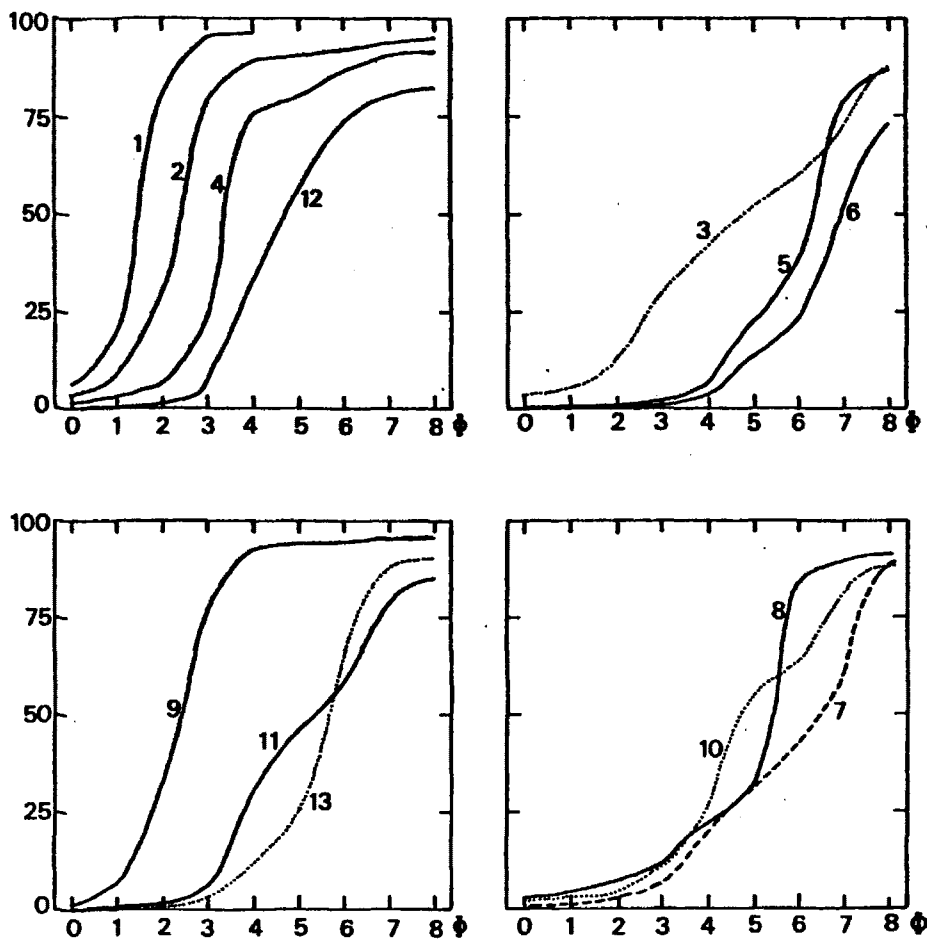


Fig. 27.- Curvas granulométricas del sedimento en la Ria de Muros. Los números en las curvas indican las estaciones.

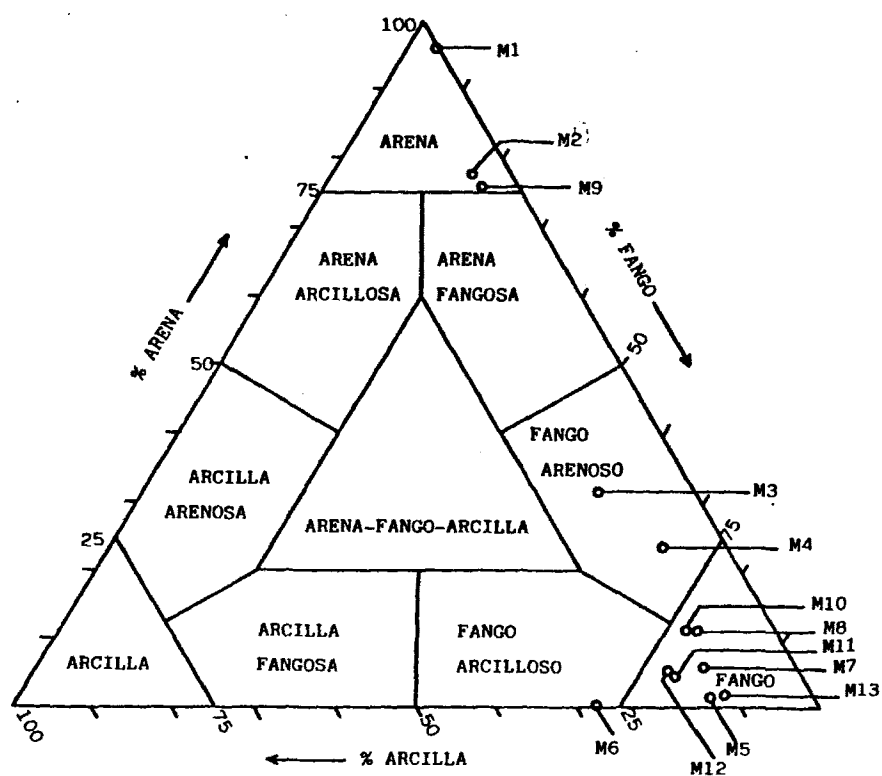


Fig. 28.- Proporciones relativas de arena, fango y arcilla en los sedimentos de la Ría de Muros.

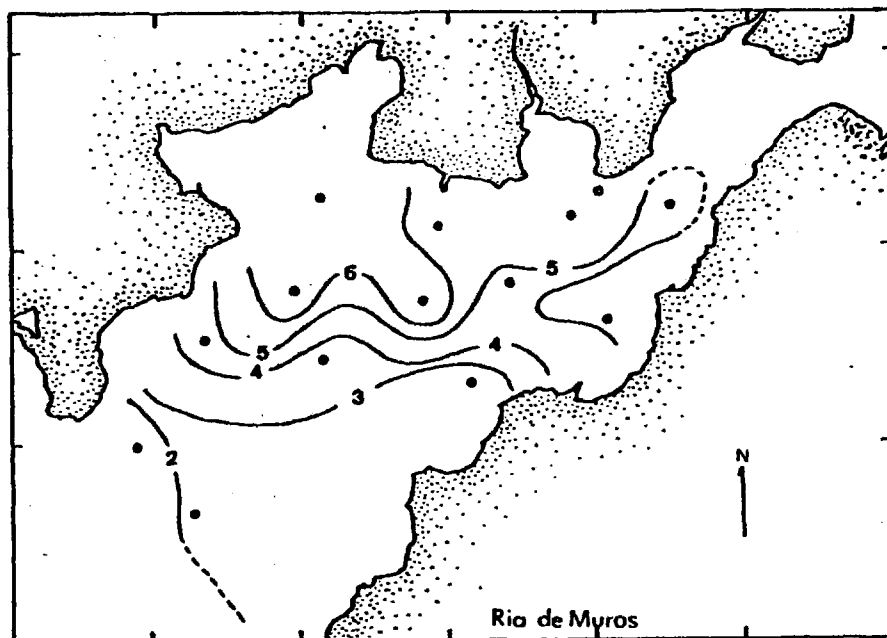


Fig. 29.- Distribución espacial del diámetro medio del sedimento en la Ría de Muros (unidades ϕ).

3.3.2. Contenido de materia orgánica total en el sedimento.

En la tabla 17 se relacionan los valores del contenido de materia orgánica total en el sedimento de la Ría de Muros. La distribución espacial del contenido orgánico (fig. 30) es análoga a la del diámetro medio del sedimento. En la parte Norte de la ría es donde el contenido orgánico es más elevado ($> 14\%$), mientras que en la zona exterior y en la parte Sur de la Ría es mucho más bajo ($< 7\%$), correspondiéndose con la zona más arenosa. En algunas estaciones de la zona interna (M12 y M13) y en la estación M6, el olor a H_2S es muy fuerte, indicando que en estas áreas predominan condiciones anóxicas en el sedimento.

Cuando se realizó el estudio espacial de la Ría de Muros no se disponía del analizador de C y N, por lo que carecemos de datos sobre la distribución espacial de estos elementos en el sedimento de esta ría. Sin embargo,

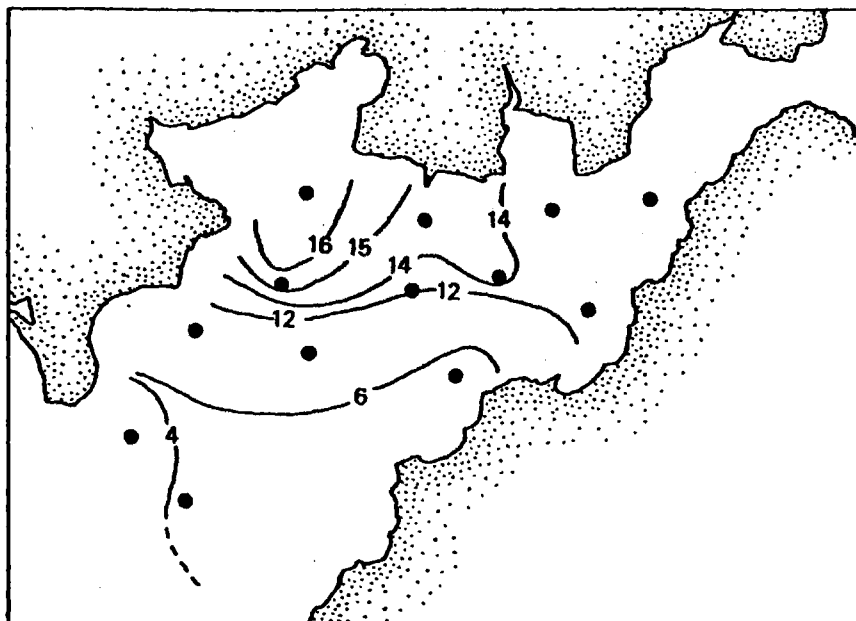


Fig. 30.- Distribución espacial del contenido en materia orgánica total en el sedimento de la Ría de Muros.

el analizador ya estaba disponible al iniciarse el estudio temporal.

3.3.3. Descripción faunística de las estaciones y estructura de las comunidades.

El inventario de las especies recogidas en la Ría de Muros se relaciona en la tabla 18. El número total de taxones es de 112, aunque no en todos los casos fue posible clasificarlos hasta el nivel de especie. El grupo mejor representado es el de poliquetos, que forma el 55.4 % del total de especies. Los moluscos en conjunto forman el 21.4 %, los crustáceos el 10.7 %, los equinodermos el 8.9 % y el grupo "otros", el 3.6 %.

Tabla 18.- Relación de las especies encontradas en la Ría de Muros, y su densidad (individuos/m²)

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13
<u>POLIQETOS</u>													
<u>Prionospio cirrifera</u> Wiren	-	712	24	236	8	-	96	960	5024	73	124	-	4
<u>Prionospio malmgreni</u> Clap.	8	324	16	8	56	-	-	464	3108	13	-	-	-
<u>Microspio mecznikowianus</u> Clap.	-	-	-	-	-	-	-	-	28	-	-	-	-
<u>Spio filicornis</u> (Müller)	8	48	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-
<u>Aonides oxycephala</u> (Sars)	-	-	-	-	-	-	-	48	-	-	-	-	-
<u>Spiophanes bombyx</u> (Clap.)	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-
<u>Scoelelepis</u> sp.	4	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Polydora</u> sp.	-	-	-	-	4	-	20	20	-	13	12	60	12
Spionidae indet.	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Magelona</u> sp.	4	-	24	16	88	-	12	-	16	20	12	-	-
<u>Tharyx marioni</u> St.- Joseph	-	52	180	92	128	-	28	144	88	27	4	-	-
<u>Tharyx multibranchiis</u> Grube	-	-	-	-	-	-	-	24	104	7	52	5	-
<u>Heterocirrus</u> sp.	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cirratulidae indet.	12	-	-	-	-	-	-	-	-	13	-	-	-
<u>Spiochaetopterus costarum</u> Clap.	4	4	8	-	28	284	12	8	-	-	128	265	64
<u>Aricidea</u> sp.	-	248	-	16	4	-	4	524	892	-	20	-	-
Orbiniidae indet.	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Scalibregma inflatum</u> Rathke	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-
<u>Capitella capitata</u> (Fabricius)	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-
<u>Capitomastus minimus</u> (Langerhans)	20	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13
<u>Heteromastus filiformis</u> (Clap.)	8	-	-	-	64	-	-	4	268	80	4	-	8
<u>Notomastus latericeus</u> Sars	-	4	12	16	-	-	20	68	20	27	-	5	-
<u>Maldane glebifex</u> Grube	-	-	112	48	16	-	32	76	-	87	8	5	12
<u>Euclymene oerstedii</u> (Clap.)	-	-	-	16	-	-	8	4	20	20	24	-	-
<u>Euclymene lombricoides</u> (Quatref.)	-	4	-	16	-	-	-	4	-	-	-	-	-
<u>Owenia fusiformis</u> delle Chiaje	4	4	4	-	-	-	-	-	12	-	-	-	-
<u>Sternaspis scutata</u> (Renier)	-	-	4	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Brada villosa</u> (Rathke)	-	-	4	28	-	-	4	4	4	13	-	-	-
<u>Amphictene auricoma</u> (Müller)	-	-	-	12	-	-	-	-	12	-	-	-	-
<u>Lagis koreni</u> Malmgren	-	-	20	-	-	-	-	8	4	-	12	-	-
<u>Melinna palmata</u> Grube	-	-	24	4	36	-	-	32	4	47	12	-	4
<u>Ampharete acutifrons</u> (Grube)	-	4	8	-	8	-	8	72	32	7	32	-	4
<u>Pista cristata</u> (Müller)	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Polycirrus</u> sp.	-	-	8	4	-	-	-	96	8	20	-	-	-
<u>Terebellidae</u> indet.	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Nicolea zostericola</u> (Oersted)	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Sabellidae</u> indet.	-	-	-	4	-	-	-	-	32	-	-	-	-
<u>Leanira yhleni</u> Malmgren	-	20	20	60	28	-	32	12	-	-	8	-	-
<u>Sthenelais limicola</u> (Ehlers)	8	12	-	-	-	-	-	-	4	13	-	5	-
<u>Harmothoe lunulata</u> (delle Chiaje)	-	240	72	252	68	-	20	60	140	27	16	-	-
<u>Harmothoe impar</u> Johnston	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13
<u>Phyllodoce kosteriensis</u> (Malmgren)	-	12	-	4	-	-	-	4	12	7	-	-	-
<u>Eulalia</u> (<u>Eumida</u>) <u>sanguinea</u> Oersted	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Eulalia fucescens</u> St.-Joseph	-	12	-	4	8	-	8	20	88	7	28	-	4
<u>Cyrtis capensis</u> (Day)	-	-	8	12	8	4	4	40	24	13	28	20	-
<u>Ophiodromus flexuosus</u> delle Chiaje	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-
<u>Syllidae</u> spp. indet.	4	-	-	-	4	-	-	60	-	7	-	-	-
<u>Nereis lamellosa</u> Ehlers	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	4
<u>Leptonereis glauca</u> Clap.	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Nephtys hystericis</u> Mc Intosh	-	-	24	-	4	-	-	16	-	-	12	-	-
<u>Nephtys</u> sp.	28	12	-	-	-	-	4	-	4	-	-	-	-
<u>Glycera unicornis</u> Savigny	-	-	-	-	-	-	4	4	-	-	-	-	-
<u>Glycera rouxii</u> Audouin & M. Edw.	4	20	4	-	4	-	-	8	20	-	8	-	-
<u>Glycera convoluta</u> Keferstein ?	12	4	-	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Glycera</u> sp.	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Glycinde nordmanni</u> (Malmgren)	-	-	-	-	-	-	-	40	72	13	-	-	-
<u>Onuphis conchilega</u> Sars	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Nematonereis unicornis</u> (Grube)	4	-	-	-	-	-	-	4	4	-	-	-	-
<u>Ninoe armoricana</u> Glemarec	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Lumbrineris impatiens</u> Clap.	44	168	-	28	4	-	-	296	640	-	-	-	-
<u>Lumbrineris fragilis</u> (Müller)	4	-	20	20	32	-	12	-	-	60	-	-	-
<u>Eunice vittata</u> (delle Chiaje)	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-	4	-	-

MOLUSCOS

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13
<u>Venus striatula</u> (da Costa)	-	-	-	144	28	-	32	24	4	7	-	-	-
<u>Venus casina</u> L.	28	772	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Venus ovata</u> Pennant	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Venerupis rhomboides</u> (Pennant)	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-
<u>Abra alba</u> (Wood)	4	24	4	-	-	-	-	-	4	-	4	20	-
<u>Mysella bidentata</u> (Montagu)	-	1104	-	36	8	-	-	-	112	-	-	-	-
<u>Montacuta ferruginosa</u> (Mont.)	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-
<u>Thyasira flexuosa</u> (Montagu)	-	4	8	-	-	-	4	-	-	7	-	-	-
<u>Myrtea spinifera</u> (Montagu)	-	-	-	8	4	-	44	32	-	-	-	-	-
<u>Dosinia exoleta</u> (L.)	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
<u>Nucula sulcata</u> Bronn	-	-	-	4	-	-	-	4	8	-	-	-	-
<u>Tellina donacina</u> L. ?	40	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Corbula gibba</u> (Oliv)	8	4	-	-	-	-	4	8	-	7	-	-	-
<u>Gari</u> sp.	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Ensis</u> sp.	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Spisula</u> sp.	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Nassarius semistriatus</u> (Brocchi)	-	-	8	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Nassarius incrassatus</u> (Ström)	4	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
<u>Eulima trifasciata</u> (Adams)	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Turritella triplicata</u> (Brocchi)	-	-	-	8	4	-	16	4	-	-	-	-	-

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13
<u>Natica alderi</u> Forbes	4	4	-	4	-	-	-	4	-	-	-	-	-
<u>Cylichna cylindracea</u> (Pennant)	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	-	-	-
<u>Philine</u> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	-	-
<u>Dentalium novemcostatum</u> Lamarck	-	-	4	-	-	-	4	20	-	-	-	-	-

EQUINODERMOS

<u>Amphiura filiformis</u> O.F. Müller	-	660	20	1368	68	-	60	44	652	147	8	-	-
<u>Amphiura chiajei</u> Forbes	-	-	112	36	44	-	56	68	4	160	40	-	-
<u>Ophiura albida</u> Forbes	16	-	8	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-
<u>Leptosynapta bergensis</u> (Ost.)	12	-	96	-	456	-	100	12	52	60	16	15	-
<u>Leptosynapta inhaerens</u> (O.F. Müller)	-	4	44	36	40	-	20	-	12	-	4	-	-
<u>Labidoplax digitata</u> (Montagu)	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Thyone fusus</u> (O.F. Müller)	60	60	-	132	-	-	-	12	152	-	-	-	-
<u>Cucumaria elongata</u> Düb. & Koren	-	-	4	20	-	-	-	4	-	-	-	-	-
<u>Echinocardium cordatum</u> (Pennant)	4	-	-	20	4	-	-	-	8	-	-	35	-
<u>Echinocyamus pusillus</u> (O.F. Müller)	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

CRUSTACEOS

<u>Leucothoe lilljeborgi</u> Boeck	-	-	8	-	4	-	16	12	-	-	-	-	-
<u>Photis longicaudata</u> (Bate & Wes.)	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Harpinia antennaria</u> Meinert	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13
<u>Ampelisca</u> spp. indet.	24	52	104	232	116	-	52	140	56	13	24	-	-
Anfípodos indet.	104	8	-	52	8	-	-	40	64	7	24	-	-
<u>Phtisica marina</u> Slabber	8	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Macropipus zariquieyi</u> Gordon	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Anapagurus laevis</u> (Bell)	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Processa</u> sp.	-	4	-	-	4	-	-	8	4	7	-	-	-
<u>Pisidia longicornis</u> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-
<u>Nebalia bipes</u> F.	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cumáceo indet.	-	4	20	-	-	-	-	-	28	-	-	-	-

OTROS

Nemertinos indet.	20	80	68	360	104	4	32	316	516	147	64	5	4
<u>Phascolion</u> sp.	-	-	-	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-
Oligoqueto indet.	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-
<u>Virgularia</u> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	-

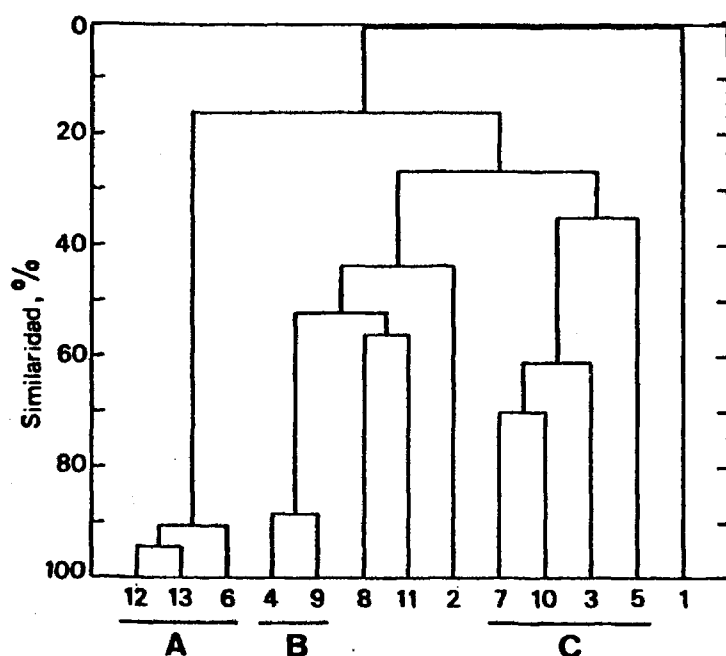


Fig. 31.- Dendrograma de similaridad entre las estaciones de la Ría de Muros.

Para intentar delimitar las comunidades, se elaboró un dendrograma de similaridad (fig. 31) a partir de la matriz de índices de similaridad entre inventarios. Se distinguen tres grupos bien diferenciados:

- Grupo A, formado por las estaciones M6, M12 y M13.
- Grupo B, formado por las estaciones M4 y M9.
- Grupo C, formado por las estaciones M3, M5, M7 y M10.

Las estaciones M2, M8 y M11 tienen una similaridad moderada con el grupo B, y la estación M1 tiene muy poca similaridad con el resto de las estaciones.

Pasemos ahora a describir las estaciones que forman cada grupo.

GRUPO A

Estación M6:

Su profundidad es de 31 m. El sedimento está compuesto de fango arcilloso ($Q_{50} = 8 \mu m$), con un porcentaje muy elevado de materia orgánica (16.98 %). Hay evidencia de condiciones anóxicas por el fuerte olor a H_2S en el sedimento.

El número total de especies es el más bajo de todas las estaciones: sólo 4 especies. Spiochaetopterus costarum es la especie dominante, con una densidad de 284 individuos/m². La densidad total de organismos es también muy baja: 296 individuos/m².

Estación M12:

Profundidad: 14 m. El sedimento está formado por fango puro ($Q_{50} = 38 \mu m$), con un contenido orgánico elevado (13.45 %) También se presenta un fuerte olor a H_2S .

El número de especies (11) es más alto que en la estación anterior. La especie dominante sigue siendo Spiochaetopterus costarum (265 individuos/m²), seguida de Polydora sp. (60 individuos/m²). La densidad total de organismos es también bastante baja: 440 individuos/m².

Estación M13:

La profundidad es de 20 m. El sedimento está compuesto por fango puro ($Q_{50} = 19 \mu m$), y el contenido en materia orgánica es también alto: 13.61 %. Igual que en las dos estaciones anteriores, es evidente la producción de H_2S . El número total de especies es también bajo (10). Spiochaetopterus costarum es la especie dominante (64 individuos/m²), seguida de Polydora sp. (12 individuos/m²). La densidad total de organismos es muy baja: 120 individuos/m².

Estas tres estaciones son muy similares tanto en sus características sedimentológicas como en su composición específica. En todas ellas, el poliqueto Spiochaetopterus costarum es la especie dominante. Agruparemos a estas estaciones en la comunidad de Spiochaetopterus costarum.

GRUPO B

Estación M4:

Su profundidad es de 34 m. El sedimento está formado por fango arenoso ($Q_{50} = 95 \mu m$), con un contenido moderado de materia orgánica (6.78 %).

El número total de especies es alto (41). La especie dominante es Amphiura filiformis, que se presenta con una densidad de 1368 individuos por m^2 . Otras especies abundantes son: Prionospio cirrifera (236 individuos/ m^2), Harmothoe lunulata (252 individuos/ m^2), Venus striatula (144 individuos/ m^2) y Thyone fusus (132 individuos/ m^2). La densidad total de organismos es alta: 3404 individuos/ m^2 .

Estación M9:

Su profundidad es de 17 m. El sedimento está formado por arena pura ($Q_{50} = 203 \mu m$), con un contenido relativamente bajo de materia orgánica (3.66 %).

El número total de especies es alto (46). La especie dominante es el poliqueto Prionospio cirrifera (5204 individuos/ m^2), seguida de Prionospio malmgreni (3108 individuos/ m^2). Otras especies importantes son: Lumbrineris impatiens (640 individuos/ m^2), Aricidea sp. (892 individuos/ m^2), Amphiura filiformis (652 individuos/ m^2) y Thyone fusus (152 individuos/ m^2). La densidad total de organismos es la más alta de todas las estaciones: 12396 individuos/ m^2 .

Las estaciones M4 y M9 presentan una similaridad elevada. Aunque las especies dominantes en número son diferentes en ambas estaciones (Amphiura filiformis en la M4 y Prionospio cirrifera en la M9), las especies dominantes en biomasa (ver apartado 3.3.6.) son las mismas: Amphiura filiformis y Thyone fusus. Estas dos estaciones las agruparemos, por tanto, en la comunidad de Amphiura filiformis - Thyone fusus.

Estación M2:

Su profundidad es de 45 m. El sedimento está compuesto de arena pura, con un contenido orgánico relativamente bajo (4.80 %).

El número de especies es alto (42). La especie dominante es el bival-

vo Mysella bidentata (1104 individuos/m²), seguida de Venus casina (772 individuos/m²). La densidad total de organismos es alta: 4670 individuos/m². Amphiura filiformis (660 individuos/m²) y Thyone fusus (60 individuos/m²) son las especies que más contribuyen a la biomasa.

Estación M8:

Profundidad: 31 m. El sedimento está formado por fango puro (Q₅₀ = 24 µm), con un porcentaje elevado de materia orgánica (14.29 %).

El número de especies es relativamente alto (44). La especie dominante es Prionospio cirrifera (960 individuos/m²), seguida de Aricidea sp. (524 individuos/m²). Amphiura filiformis y Thyone fusus están presentes, pero con una densidad bastante más baja que en las estaciones anteriores.

Estación M11:

Su profundidad es de 20 m. El sedimento está compuesto de fango puro (Q₅₀ = 24 µm), con un contenido relativamente alto de materia orgánica (12.17 %).

El número total de especies es más bajo (31). La especie dominante es Spiochaetopterus costarum (128 individuos/m²), seguida de Prionospio cirrifera (124 individuos/m²). La densidad total de organismos es relativamente baja: 808 individuos/m².

Aunque estas tres estaciones presentan una similitud moderada con la M4 y M9, que forman la comunidad de Amphiura filiformis - Thyone fusus, parece más lógico considerarlas como zonas límite o de solapamiento con otras comunidades. Esto está particularmente claro en el caso de la estación M11, que sería el límite entre las comunidades de Amphiura y de Spiochaetopterus costarum. La estación M8 también parece estar en este caso. Sin embargo, la estación M2 sería el límite entre las comunidades de Amphiura y otra comunidad más propia de la plataforma continental.

Estación M1:

Su profundidad es de 35 m. El sedimento está compuesto de arena pura (Q₅₀ = 379 µm), con un contenido orgánico muy bajo (1.76 %). El número total de especies es alto (42). La especie dominante es Thyone fusus (60 individuos/m²), seguida de Lumbrineris impatiens (44 individuos/m²). La densidad total de organismos es baja: 592 individuos/m².

GRUPO C.

Estación M3:

Su profundidad es de 40 m. El sedimento está compuesto por fango arenoso ($Q_{50} = 36 \mu m$), con un contenido orgánico relativamente alto (9.93 %). El número de especies es bastante alto (38). La especie dominante es Tharyx marioni (180 individuos/m²), seguida de Amphiura chiajei (112 individuos/m²) y Maldane glebifex (112 individuos/m²). La densidad total de organismos es moderada: 1140 individuos/m².

Estación M5:

Profundidad: 35 m. El sedimento está formado por fango puro ($Q_{50} = 12 \mu m$), con un contenido orgánico elevado (15.89 %).

El número total de especies es moderado (32). La especie dominante es Leptosynapta bergensis (456 individuos/m²). Amphiura filiformis, Amphiura chiajei y Maldane glebifex están presentes. La densidad total de organismos es moderada: 1476 individuos/m².

Estación M7:

Profundidad: 33 m. El sedimento se sitúa en la zona de fango puro ($Q_{50} = 11 \mu m$), y el contenido orgánico es elevado (13.50 %).

El número de especies es más bajo que en las estaciones anteriores (26). La especie dominante es Leptosynapta bergensis (100 individuos/m²), aunque las dos especies que más contribuyen a la biomasa total son Maldane glebifex y Amphiura chiajei. La densidad de organismos es baja: 668 individuos/m².

Estación M10:

Su profundidad es de 32 m. El sedimento está compuesto de fango puro ($Q_{50} = 36 \mu m$), con un contenido elevado de materia orgánica (14.67 %).

El número de especies es moderado (32). La especie dominante es Amphiura chiajei (160 individuos/m²), seguida de Amphiura filiformis (147 individuos/m²) y de Maldane glebifex (87 individuos/m²). La densidad total de organismos es moderada: 1182 individuos/m².

De las cuatro estaciones que forman el grupo C, M3, M7 y M10 presentan una similaridad relativamente alta. La estación M5 tienen una similaridad

dad menor con las otras tres estaciones, a causa de su proximidad a la comunidad de Spiochaetopterus costarum, caracterizada en esta zona por la estación M6. Sin embargo, las cuatro estaciones de este grupo tienen un sedimento muy similar, y la composición específica es muy parecida. En todas ellas, Amphiura chiajei y Maldane glebifex son las especies más importantes en biomasa. Estas cuatro estaciones podemos agruparlas en la comunidad de Amphiura chiajei - Maldane glebifex.

La distribución espacial de las tres comunidades definidas en la Ría de Muros se indica en la figura 32.

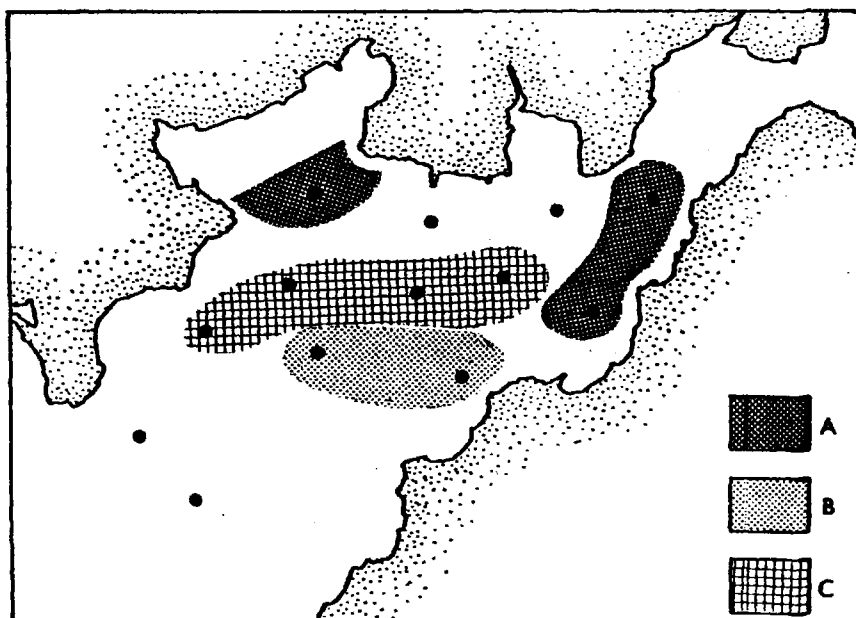


Fig. 32.- Distribución espacial de las comunidades infaunales en la Ría de Muros. A: comunidad de Spiochaetopterus costarum; B: comunidad de Amphiura filiformis - Thyone fusus; C: comunidad de Amphiura chiajei - Maldane glebifex.

3.3.4. Análisis factorial de las correspondencias.

De el mismo modo que en la Ría de Arosa, se aplicó un análisis factorial de las correspondencias a las muestras de la Ría de Muros, como otro método de interpretar la estructura de las comunidades.

Se consideraron los 4 primeros ejes, que en conjunto comprenden el 73.220 % de la varianza total. El porcentaje de varianza que corresponde a cada eje es el siguiente:

Eje	Porcentaje de varianza	Porcentaje acumulativo
I	34.986	34.986
II	18.631	53.617
III	11.254	64.871
IV	8.349	73.220

La figura 33 representa los ejes I y II. En esta gráfica y en las dos siguientes, los números más grandes representan las estaciones, los números pequeños, las especies (tabla 4), y las letras, las variables del sedimento (ver apartado 3.1.5).

El eje I separa dos grupos de estaciones: por un lado, las estaciones de mayor contenido orgánico y sedimento más fangoso (estaciones M6, M12, M13, M3, M5, M11, M7 y M10), que tienen carga negativa. Por otro lado, con carga positiva respecto al eje I, se sitúan las estaciones con un porcentaje más elevado de arena y contenido orgánico menor (M4, M9, M2 y M1). La única excepción es la estación M8, cuyo sedimento es muy fangoso y rico en materia orgánica, y que sin embargo se sitúa con una pequeña carga positiva. Es decir, el eje I nos ordena las estaciones según su contenido orgánico, su diámetro medio y su porcentaje de arcilla. El coeficiente de selección (letra d en la gráfica) parece tener poca influencia en la distribución de las estaciones.

Las especies se distribuyen siguiendo un patrón similar, y las comunidades que ya hemos definido anteriormente quedan bien agrupadas. Las estaciones 6, 12 y 13, que nos definían la comunidad de Spiochaetopterus costarum, se sitúan agrupadas y próximas a esta especie (número 5 en la

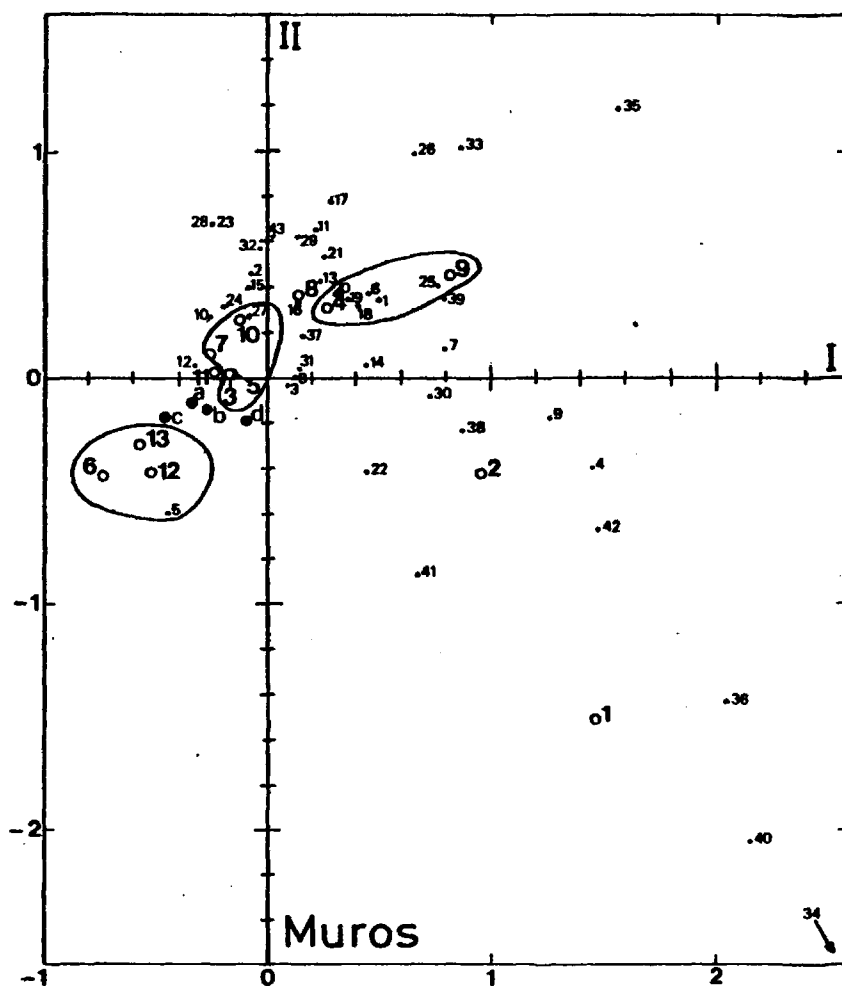


Fig. 33.- Pesos factoriales de muestras y variables de la Ría de Muros sobre los ejes I y II. Las líneas que agrupan estaciones corresponden a los grupos obtenidos en el dendrograma.

gráfica). Del mismo modo, las estaciones M3, M5, M7 y M10 se sitúan muy próximas en la gráfica, cerca de Amphiura chiajei (2) y Maldane glebifex (10), que eran las dos especies características de esta comunidad.

Las especies con mayor carga negativa respecto al eje I son las propias de sedimentos muy fangosos: Spiochaetopterus costarum (5), Sternaspis scutata (12), etc. Las especies con mayor carga positiva son características de sedimentos más arenosos y de menor contenido orgánico: Venus casina (40), Anapagurus laevis (34) y Spio filicornis (36).

El eje II separa claramente la comunidad de Spiochaetopterus costarum (con carga negativa) de las otras dos comunidades. No obstante, no podemos determinar qué factor ecológico es el responsable de esta distribución. Lo más probable es que en este caso la ordenación responda a una combinación de varios factores, de los que no tenemos información.

La figura 34 representa los ejes I y III. La ordenación de las estaciones respecto al eje III parece responder a su ordenación respecto a la distancia a la línea de costa, aunque menor distancia a la costa no implica menor profundidad. Las estaciones que tienen carga negativa son las más alejadas de la costa (M2, M4 y M7), mientras que las que tienen carga positiva (M9, M1, M12) están más próximas a tierra. Sin embargo, no se puede determinar qué factores ambientales pueden estar asociados con la proximidad o alejamiento de la costa.

En la figura 35 están representados los ejes I y IV. El porcentaje de varianza que comprende el eje IV es muy pequeño (8.349 %), por lo que es muy aventurado elaborar una interpretación de la ordenación de las muestras según este eje.

En resumen, podemos decir que la aplicación del análisis factorial de correspondencias a las muestras y variables de la Ría de Muros determina que la variación principal responde a un gradiente de diámetro medio del sedimento y de contenido orgánico. Tanto las especies como las estaciones quedan agrupadas en las comunidades previamente descritas. Del mismo modo que ocurría en la Ría de Arosa, las variables del sedimento tienen poca carga con respecto a los ejes. Sin embargo, la ordenación de las muestras y variables respecto al eje I, que comprende el mayor porcentaje de la varianza, responde a las características del sedimento.

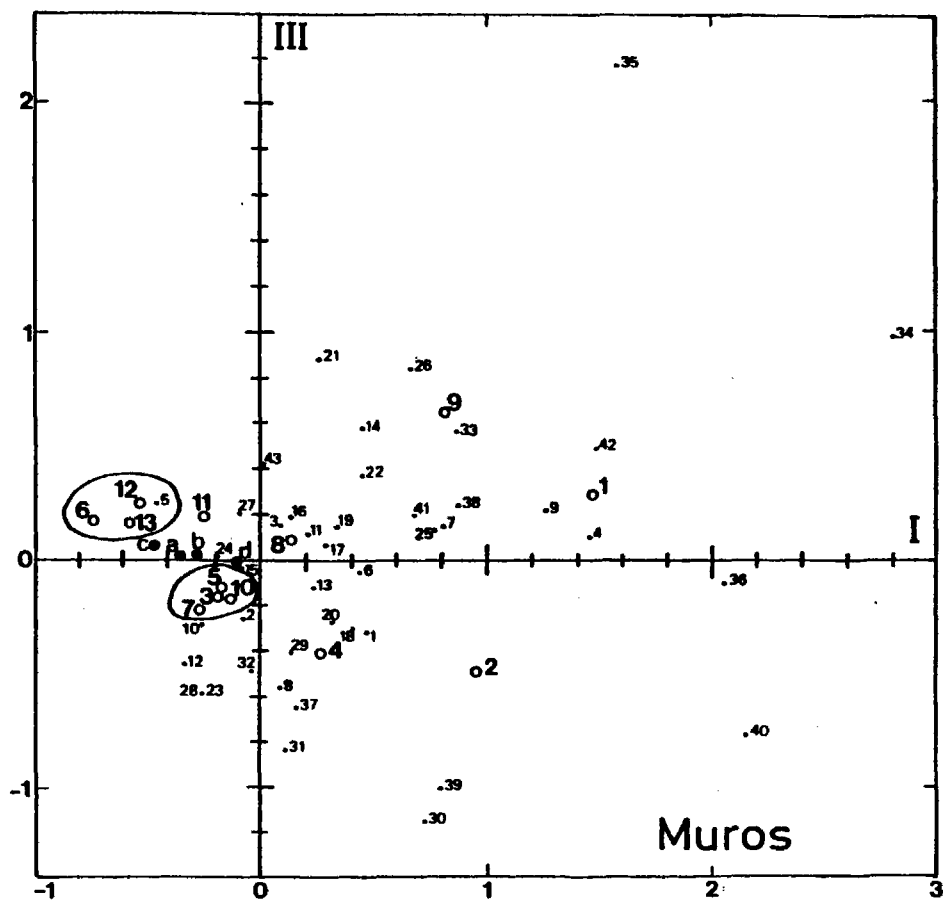


Fig. 34.- Pesos factoriales de muestras y variables de la Ría de Muros sobre los ejes I y III.

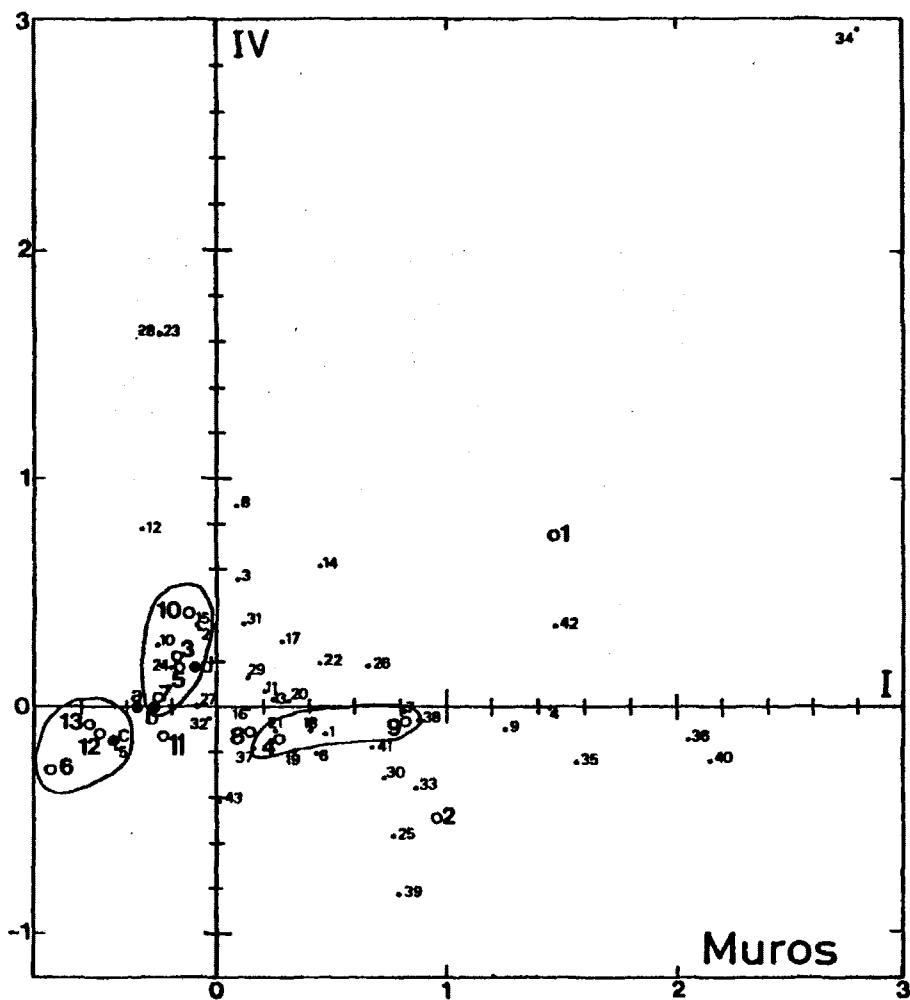


Fig. 35.- Pesos factoriales de muestras y variables de la Ría de Muros sobre los ejes I y IV.

3.3.5. Diversidad y equitatividad.

En la tabla 19 se indican los valores de la diversidad y de la equitatividad de las estaciones de la Ría de Muros. La estación que presenta una diversidad más alta es la M1 ($H' = 4.60$), a causa de su elevado número de especies ($k = 42$) y de su alta equitatividad ($J' = 0.86$). Las estaciones de la comunidad de Amphiura chiajei - Maldane glebifex (M3, M5, M7 y M10), aunque tienen un número moderado de especies ($26 \leq k \leq 38$), presentan también una diversidad alta ($3.92 \leq H' \leq 4.39$), a causa de su elevada equitatividad ($0.75 \leq J' \leq 0.87$). Las estaciones que forman la comunidad de Amphiura filiformis - Thyone fusus (M4 y M9) tienen una diversidad más baja ($2.87 \leq H' \leq 3.42$), debido a que la dominancia de algunas especies es muy acusada (Amphiura filiformis en M4; Prionospio cirrifera y Prionospio malmgreni en M9), lo que origina que la equitatividad sea relativamente baja ($0.51 \leq J' \leq 0.64$).

Tabla 19.- Valores de diversidad (H'), equitatividad (J') y número total de especies (k) en la Ría de Muros.

	H'	J'	k
M1	4.60	0.86	42
M2	3.42	0.64	42
M3	4.32	0.82	38
M4	3.42	0.64	41
M5	3.92	0.75	32
M6	0.31	0.15	4
M7	4.39	0.87	26
M8	4.06	0.72	44
M9	2.87	0.51	46
M10	4.32	0.84	32
M11	4.27	0.86	31
M12	2.06	0.60	11
M13	2.39	0.72	10

En la estación M2 la diversidad es relativamente alta ($H' = 3.42$), aunque la equitatividad es moderada ($J' = 0.64$) a causa de la dominancia de Mysella bidentata.

En la comunidad de Spiochaetopterus costarum (estaciones M6, M12 y M13) es donde se presenta una diversidad más baja ($0.31 \leq H' \leq 2.39$), debido al número reducido de especies ($4 \leq k \leq 11$) y a la baja equitatividad ($0.15 \leq J' \leq 0.60$) en las estaciones M6 y M12 causada por la gran dominancia de Spiochaetopterus costarum.

La distribución espacial de la diversidad en la Ría de Muros se representa en la figura 36. La diversidad más alta se localiza en el canal central de la ría, y corresponde a la comunidad de Amphiura chiajei - Maldane glebifex. Los valores más bajos de la diversidad corresponden a la zona interna y a la parte media de la orilla Norte, coincidiendo con la distribución de la comunidad de Spiochaetopterus costarum.

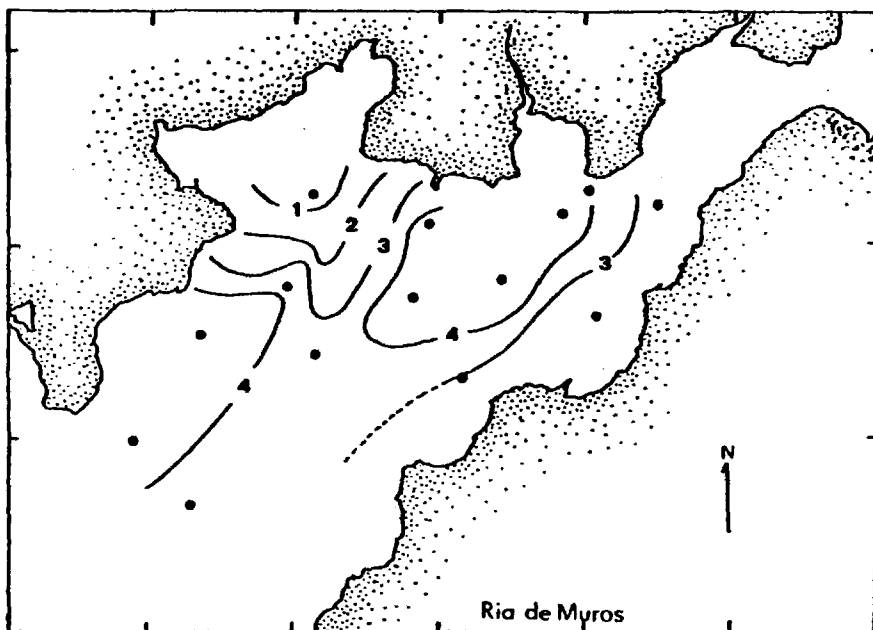


Fig. 36.- Distribución espacial de la diversidad en la Ría de Muros.



3.3.6. Biomasa.

Los valores de la biomasa, distribuidos en los cinco grupos antes citados, se relacionan en la tabla 20. Los valores máximos aparecen en las estaciones M4 y M9 (46.21 y 30.25 g/m^2 , respectivamente), en los sedimentos arenosos propios de la comunidad de *Amphiura filiformis* - *Thyone fusus*. En la comunidad de *Amphiura chiajei* - *Maldane glebifex* (estaciones M3, M5, M7 y M10) aparecen valores moderadamente altos de biomasa (8.37 - 14.80 g/m^2). Los valores más bajos aparecen en la comunidad de *Spiochaetopterus costarum* (0.74 - 6.84 g/m^2). La distribución espacial de la biomasa está representada en la figura 37.

La proporción en la que cada grupo taxonómico contribuye a la biomasa total es muy distinta en las tres comunidades descritas. En la comunidad de

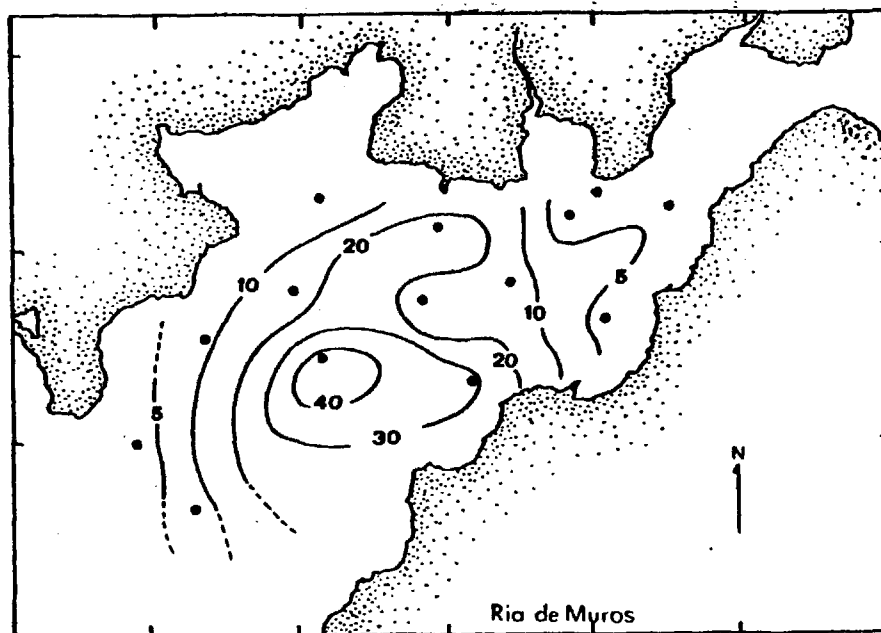


Fig. 37.- Distribución espacial de la biomasa en la Ría de Muros (g/m^2 M.O.).

Tabla 20.- Biomasa de las estaciones muestreadas en la Ría de Muros (en g/m² M.O.), y porcentaje de los distintos grupos taxonómicos.

Estaciones	POL.	MOL.	EQUIN.	CRUST.	OTROS	TOTAL
M1	12.1 %	44.4 %	41.8 %	0.9 %	0.8 %	3.69
M2	10.3 %	4.9 %	82.7 %	0.3 %	1.8 %	8.43
M3	40.5 %	4.5 %	52.3 %	0.1 %	2.6 %	8.37
M4	3.6 %	34.4 %	61.8 %	*	0.2 %	46.21
M5	10.5 %	30.9 %	58.4 %	0.1 %	0.1 %	14.80
M6	91.8 %	-	-	-	8.2 %	6.84
M7	20.8 %	41.2 %	36.0 %	0.1 %	1.9 %	12.49
M8	17.4 %	27.3 %	52.5 %	1.1 %	1.7 %	28.43
M9	7.8 %	2.5 %	88.8 %	0.2 %	0.7 %	30.25
M10	36.2 %	9.5 %	50.5 %	2.5 %	1.3 %	12.38
M11	68.6 %	1.5 %	21.1 %	*	8.8 %	2.46
M12	65.6 %	3.9 %	21.0 %	*	9.5 %	3.16
M13	92.8 %	-	-	-	7.2 %	0.74

* significa presencia pero biomasa despreciable.

- significa ausencia.

Spiochaetopterus costarum, los poliquetos son el grupo dominante (65.6 - 92.8 %), y S. costarum puede formar del 30.3 al 91.8 % de la biomasa total. En la comunidad de Amphiura filiformis - Thyone fusus, los equinodermos son claramente dominantes (61.8 - 88.8 %). Las especies que más contribuyen a la biomasa son Amphiura filiformis (27.4 - 36.1 %) y Thyone fusus (20.1 - 44.8 %). (Fig. 38).

En la comunidad de Amphiura chiajei - Maldane glebifex, los equinodermos son también el grupo dominante, aunque en menor proporción. Amphiura chiajei puede llegar a formar el 31.4 % de la biomasa total. Los moluscos también son relativamente importantes (4.5 - 41.2 %), especialmente Venus striatula, que forma el 31.4 % de la biomasa en la estación M3. Los poliquetos forman del 10.5 al 40.5 % del total. La especie más importante en biomasa es Maldane glebifex, que puede alcanzar el 26.6 % de la biomasa total.

En la estación M8, los equinodermos son también el grupo dominante, (52.5 %). Amphiura chiajei es la especie que más contribuye a la biomasa (31.6 %). En la estación M11 dominan los poliquetos (68.6 %); Spiochaetopterus costarum es la especie más importante en biomasa (28.0 %).

Los equinodermos son el grupo dominante en la estación M2 (82.7 %); la especie con mayor biomasa es Amphiura filiformis, que forma el 75.7 % del total. Por último, en la estación M1 los moluscos forman la fracción más importante de la biomasa (44.4 %), debido sobre todo a la presencia de Nassarius incrassatus (42.6 %). Los equinodermos también son importantes (41.8 %), especialmente Echinocardium cordatum (27.8 %) y Thyone fusus (13.9 %).

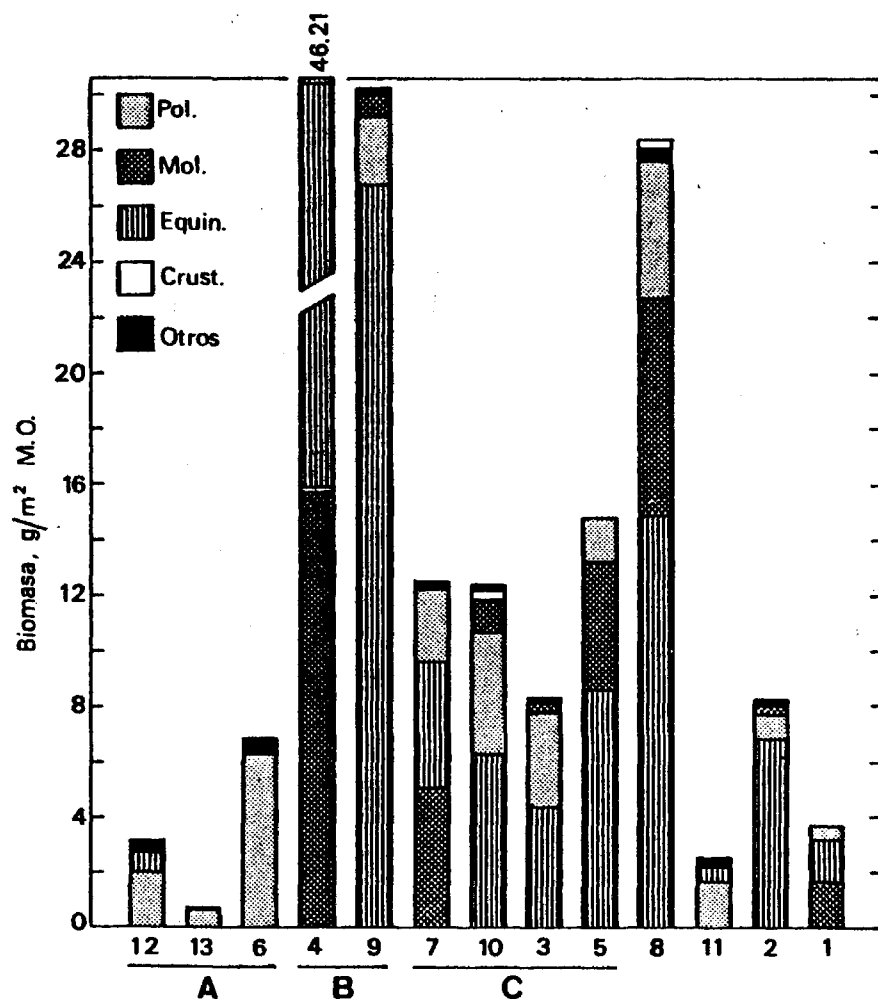


Fig. 38.- Biomasa total y proporciones de los distintos grupos en la Ría de Muros. A: comunidad de Spiochaetopterus costarum; B: comunidad de Amphiura filiformis - Thyone fusus; C: comunidad de Amphiura chiajei - Maldane glebifex.

3.3.7. Discusión.

En la Ría de Muros, el área que presenta un sedimento muy fangoso y con alto contenido de materia orgánica es de menor extensión que en las Rías de Arosa y de Pontevedra. La zona de mayor contenido orgánico es la Bahía de Muros, en la parte media de la orilla Norte; es precisamente en esta zona donde se localizan la mayor parte de las bateas de mejillón. La gran cantidad de materia orgánica que sedimenta desde las bateas, junto con los residuos urbanos del pueblo de Muros, contribuyen a la formación de sedimentos anóxicos en esta zona. De todas formas, la sedimentología de la Ría de Muros debe estar influida en gran medida por la topografía del fondo y por el sistema dominante de corrientes.

La distribución espacial de las comunidades infaunales en la Ría de Muros depende en gran parte de la distribución de los sedimentos. Igual que ocurre en la Ría de Arosa y en la Ría de Pontevedra (LOPEZ-JAMAR, 1978 b), la comunidad de Spiochaetopterus costarum se localiza en los fondos fangosos ricos en materia orgánica, en los que predominan condiciones anóxicas. En esta comunidad, tanto la biomasa como la diversidad presentan valores muy bajos, sin duda causados por la deficiencia de oxígeno creada por la degradación del exceso de materia orgánica.

La comunidad de Amphiura chiajei - Maldane glebifex de la Ría de Muros habita en sedimentos fangosos en los que no hay evidencia de anoxia. La gran densidad de tubos de Maldane glebifex (hasta 112 por m²) tiene un efecto directo en la estabilidad del sedimento en esta comunidad, al evitar en parte que la fracción fina del sedimento sea arrastrada por corrientes de fondo. Por otra parte, el hábito alimentario de este poliqueto, que ingiere fango de las capas profundas y lo deposita en la superficie del sedimento en forma de heces, probablemente contribuye a la oxigenación del sedimento. Esto explicaría la ausencia de condiciones anóxicas en esta comunidad, a pesar del alto contenido en materia orgánica del sedimento. Esta comunidad es muy similar a la descrita por GLEMAREC (1965) en los fangos arenosos de la bahía de Morbihan (Noroeste de Francia).

La comunidad de Amphiura filiformis - Thyone fusus se localiza en las zonas más arenosas de la Ría de Muros (parte exterior y orilla Sur). Esta comunidad es análoga a la comunidad de Amphiura filiformis - Echinocardium cordatum descrita por PETERSEN (1913, 1918).

La biomasa de la comunidad de Spiochaetopterus costarum de la Ría de Muros es similar a la que esta misma comunidad presenta en la Ría de Arosa y en la de Pontevedra (LOPEZ-JAMAR, 1978 b; en prensa). Sin embargo, las comunidades de Amphiura están mucho mejor representadas en la Ría de Muros que en las otras dos rías citadas. La biomasa que alcanza la comunidad de Amphiura filiformis - Thyone fusus (46.21 g/m²) en la Ría de Muros está entre las más altas del mundo en zonas costeras templadas (LOPEZ-JAMAR, 1981).

Igual que ocurría en la Ría de Arosa, en la Ría de Muros aparecen zonas de solapamiento entre comunidades que originan valores altos de diversidad. Este es el caso de la estación M1, que sería el límite entre la comunidad de Amphiura filiformis - Thyone fusus con otra comunidad más propia de la plataforma continental. Las estaciones M7 y M10 están en la zona de solapamiento de las dos comunidades de Amphiura, por lo que su diversidad es también elevada; y la estación M11 es la zona de contacto entre la comunidad de Amphiura chiajei - Maldane glebifex y la de Spiochaetopterus costarum, y también presenta una diversidad relativamente alta.

3.4. ESTUDIO TEMPORAL DE LA RIA DE MUROS

3.4. Estudio temporal de la Ría de Muros.

3.4.1. Variación temporal de las características del sedimento.

Las estaciones elegidas para seguir la evolución temporal de la in-fauna bentónica en la Ría de Muros fueron la M2, M10 y M6. La estación M2 se seleccionó como la más representativa de la parte exterior de la ría, y corresponde al límite de la comunidad de Amphiura filiformis - Thyone fusus con otra comunidad más propia de la plataforma continental. La estación M10 corresponde a la comunidad de Amphiura chiajei - Maldane glebifex, y la estación M6 es la más representativa de la comunidad de Spiochaetopterus costarum.

La variación temporal de las características del sedimento durante el período de muestreo en estas tres estaciones se relaciona en las tablas 21, 22 y 23.

Tabla 21.- Variación temporal de los parámetros del sedimento en la estación M2. (* : media de tres determinaciones).

	Nov.	Feb.	Abr.	Jun.	Ag.	Oct.
Q ₅₀ (φ)	2.90	2.80	2.85	2.05	2.30	2.95
Q ₅₀ (μm)	134	144	139	241	203	129
Q ₂₅ (μm)	183	183	203	330	319	165
Q ₇₅ (μm)	98	113	109	177	149	113
S ₀	1.37	1.27	1.36	1.37	1.46	1.21
% arena	59.3	67.1	63.6	90.0	85.8	58.6
% fango	34.2	29.2	31.4	7.3	9.2	36.3
% arcilla	6.5	3.7	5.0	2.7	5.0	5.1
% M.O.	4.84	3.24	3.26	3.62	3.97	3.39
% C*	1.69	0.86	0.77	2.83	1.00	2.24
% N*	0.24	0.12	0.11	0.03	0.14	0.31
C/N*	7.05	7.11	6.97	87.85	7.53	7.37

Tabla 22.- Variación temporal de los parámetros del sedimento en la estación M10. (*: media de tres determinaciones).

	Nov.	Feb.	Abr.	Jun.	Ag.	Oct.
Q ₅₀ (φ)	5.40	6.25	5.65	4.40	5.25	5.95
Q ₅₀ (μm)	24	13	20	47	26	16
Q ₂₅ (μm)	27	18	29	109	109	25
Q ₇₅ (μm)	17	11	19	16	18	11
S _o	1.26	1.28	1.24	2.61	2.46	1.51
% arena	4.0	1.7	3.8	19.0	6.0	5.1
% fango	81.5	91.1	86.0	71.1	81.5	81.2
% arcilla	14.5	7.2	10.2	9.9	12.5	13.7
% M.O.	16.63	15.38	13.66	10.64	11.88	14.68
% C*	5.74	5.24	5.39	6.30	5.63	5.51
% N*	0.62	0.58	0.65	0.69	0.64	0.59
C/N*	9.25	9.01	8.28	9.15	8.79	9.38

Tabla 23.- Variación temporal de los parámetros del sedimento en la estación M6. (*: media de tres determinaciones).

	Nov.	Feb.	Abr.	Jun.	Ag.	Oct.
Q ₅₀ (φ)	5.50	6.30	5.35	5.70	5.60	5.70
Q ₅₀ (μm)	22	13	25	19	21	19
Q ₂₅ (μm)	27	18	30	21	23	23
Q ₇₅ (μm)	13	10	19	17	17	17
S _o	1.44	1.34	1.26	1.11	1.16	1.16
% arena	1.9	1.1	0.9	1.6	2.5	1.2
% fango	83.4	81.7	86.2	84.0	80.8	82.3
% arcilla	14.7	17.2	12.9	14.4	16.7	16.5
% M.O.	15.77	13.86	13.95	14.55	15.33	14.29
% C*	5.42	5.39	5.88	5.49	5.30	5.77
% N*	0.64	0.61	0.68	0.66	0.62	0.67
C/N*	8.47	8.82	8.59	8.37	8.46	8.67

Las variaciones temporales del diámetro medio (fig. 39 B) no son muy grandes. En la estación M2, el diámetro medio varía entre 129 y 241 μm (2.95 - 2.05 ϕ); en la estación M10 oscila entre 13 y 47 μm (6.25 - 4.40 ϕ), y en la M6, entre 13 y 25 μm (6.30 - 5.35 ϕ). En el mes de junio, tanto en la estación M2 como en la M10 el diámetro medio y la proporción de arena aumentan considerablemente. No podemos precisar si la causa es un cambio real en el sedimento, o es debido a la heterogeneidad del fondo, o bien es un defecto de muestreo.

El contenido de materia orgánica total en el sedimento varía muy poco en la estación M2, con un mínimo en febrero (3.24 %) y un máximo en noviembre (4.84 %). En la estación M6 la variación del contenido orgánico es también relativamente pequeña, oscilando entre 13.86 % (febrero) y 15.77 % (noviembre). Sin embargo, el intervalo de variación en la estación M10 es más amplio: el valor mínimo aparece en junio (10.64 %), y el máximo en noviembre (16.63 %) (Fig. 39 A).

Las proporciones relativas de arena, fango y arcilla son muy constantes en la estación M6, que se sitúa siempre en la zona de fango puro (fig. 40). El sedimento de la estación M10 también está formado por fango puro en todos los muestreos menos en el mes de junio, cuando la proporción de arena se hace mayor. La estación M2 está compuesta de arena fangosa en todos los meses excepto en junio y agosto, que se sitúa en la zona de arena pura. Las curvas granulométricas de las tres estaciones a lo largo del año se indican en la figura 41 y 42.

En la figura 43 se observa la evolución temporal de los porcentajes de carbono y nitrógeno orgánicos. En la estación M6, que tiene un contenido elevado de estos dos elementos, los valores máximos se alcanzan en abril y en setiembre; en la estación M10, también con un contenido elevado de C y N, los máximos se presentan en junio y noviembre. La estación M2 tiene un contenido mucho más bajo de estos dos elementos, con un máximo de C en junio y octubre y un máximo de N en octubre. En el mes de junio coinciden un valor muy alto de C (2.83 %) con un valor extremadamente bajo de N (0.03 %), por lo que la relación C/N es anormalmente alta (87.85), y carece de significado alguno.

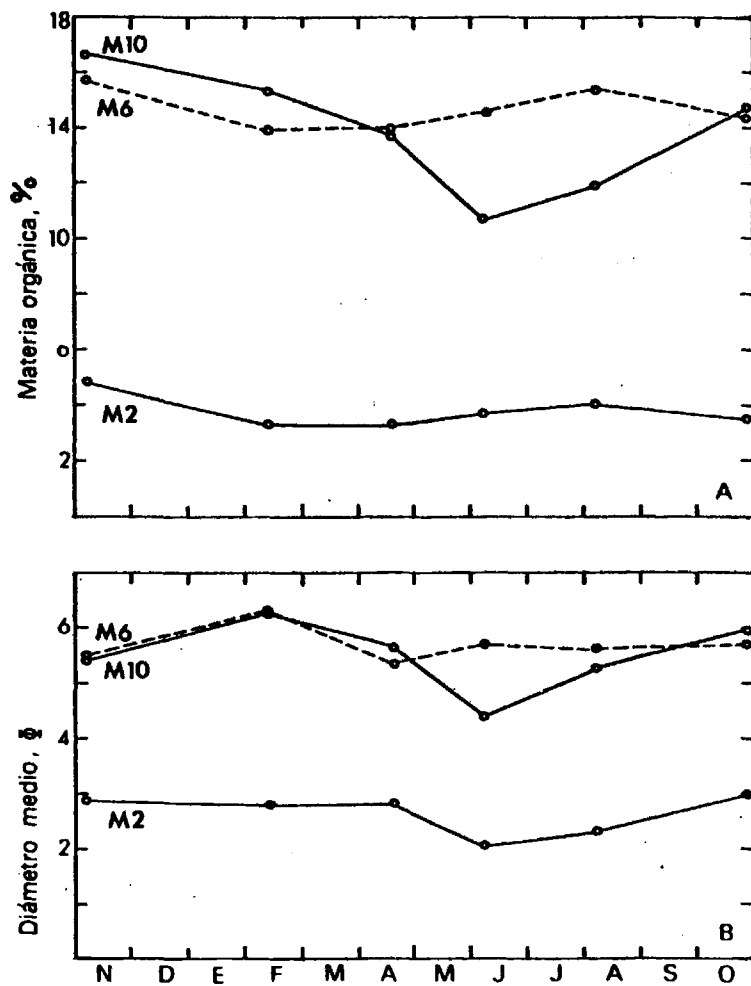


Fig 39.- A: Variación temporal del contenido en materia orgánica total en el sedimento de la Ría de Muros. B: variación temporal del diámetro medio del sedimento (unidades ϕ) en la Ría de Muros.

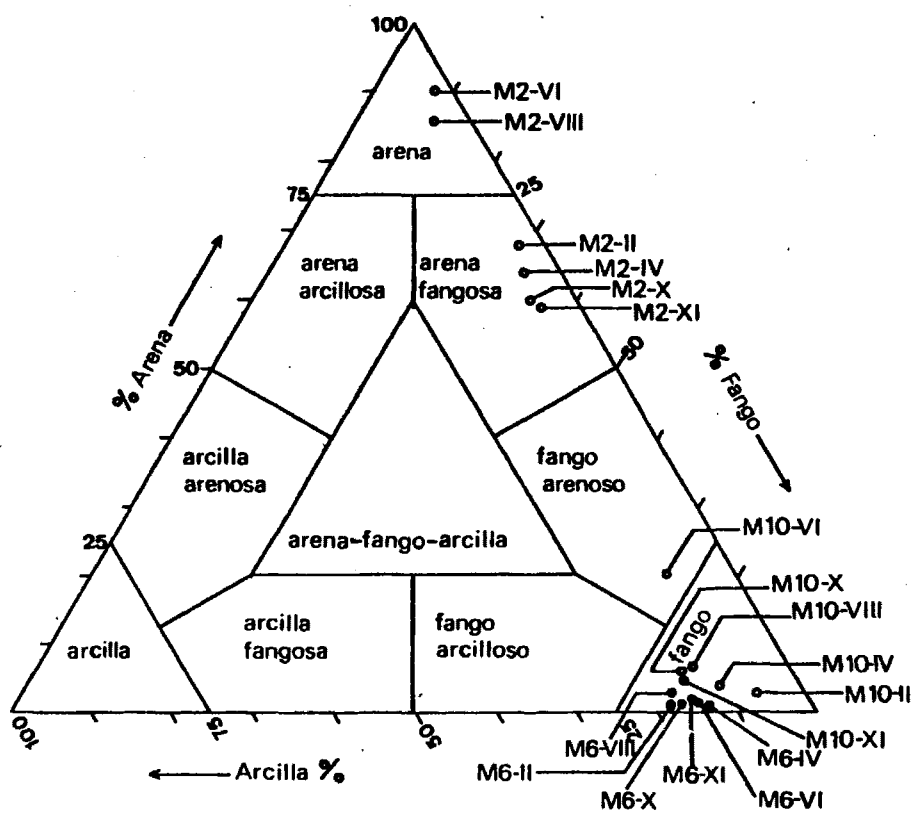


Fig. 40.- Proporciones relativas de arena, fango y arcilla en las estaciones M2, M10 y M6 a lo largo del año.

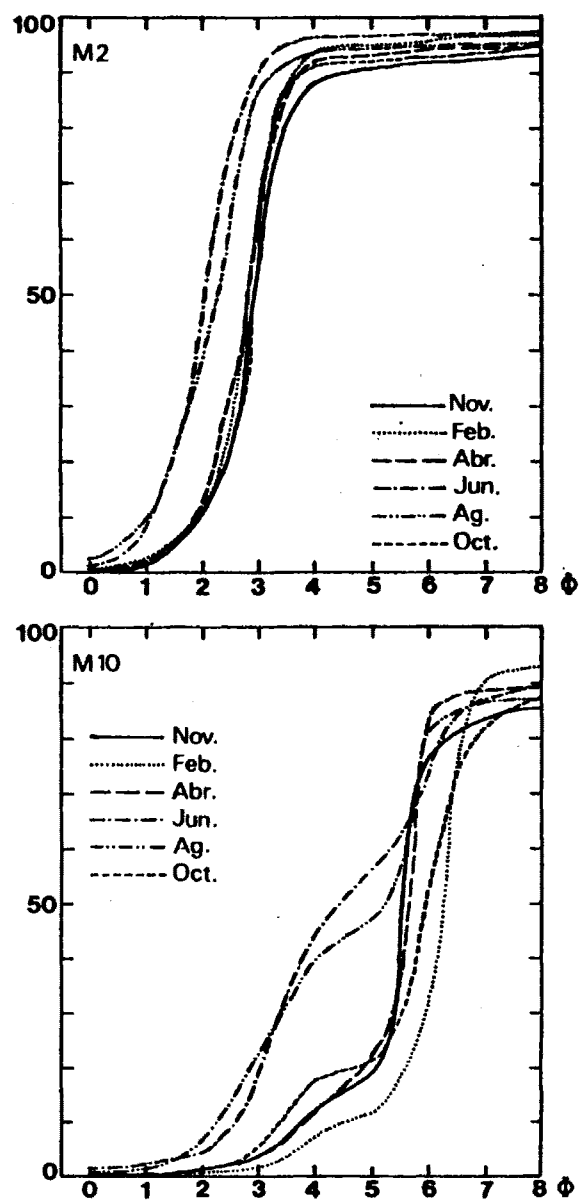


Fig. 41.- Curvas granulométricas de las estaciones M2 y M10.

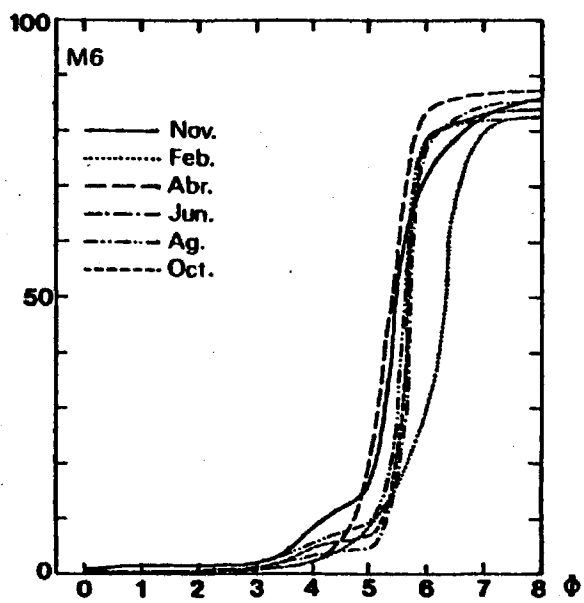


Fig. 42.- Curvas granulométricas de la estación M6.

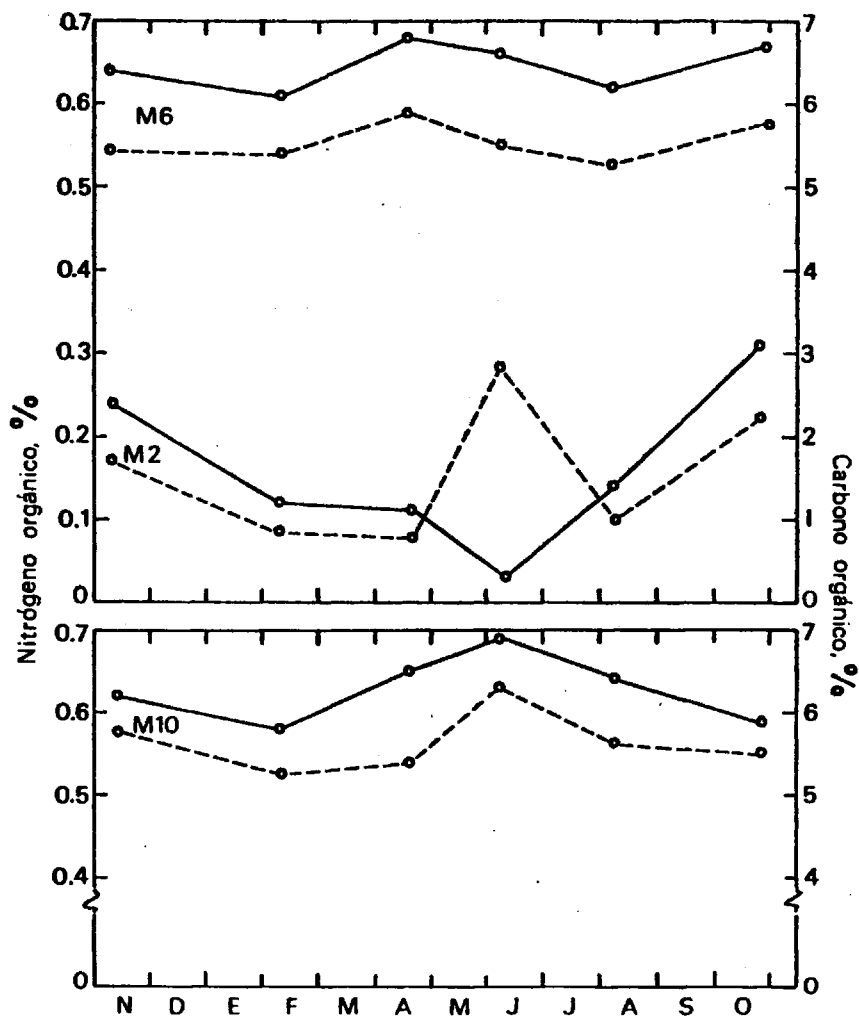


Fig. 43.- Variación temporal del contenido en carbono orgánico (línea de trazos) y en nitrógeno orgánico (línea continua) en el sedimento de las estaciones M2, M10 y M6.

Con el fin de estimar la variación global de la composición específica de las comunidades, se elaboró un dendrograma a partir de la matriz de similitud entre inventarios (fig.44). Se observan tres grupos claramente separados, que corresponden a las tres estaciones de muestreo. La muestra del mes de junio en la estación M2 es una excepción, ya que presenta una similitud mayor con la estación M10 que con el resto de las muestras de la estación M2. En el apartado 3.4.1. ya se indicó que el sedimento de la estación M2 en junio era muy distinto de las demás muestras, por lo que esta diferencia no debe tomarse como variación debida al tiempo, sino que probablemente sea causada por un defecto en la toma de muestras.

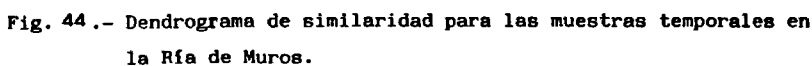


Fig. 44.- Dendrograma de similaridad para las muestras temporales en la Ría de Muros.

Sin embargo, tanto en la estación M10 como en la M6, los distintos muestreos son muy similares entre sí, y en general, la variación temporal es pequeña.

La composición específica de la estación M2 a lo largo del año se indica en la tabla 24. Se aprecia un descenso en la abundancia de algunas especies durante los meses de verano. Prionospio malmgreni, por ejemplo, presenta un máximo de 1280 individuos/m² en noviembre y un mínimo de 100 individuos/m² en agosto (no tenemos en cuenta los valores de junio por la razón antes indicada). Amphiura filiformis y Thyone fusus, especies relativamente abundantes y que forman una gran parte de la biomasa total, también presentan densidades bajas en verano con respecto a los otros meses del año. La densidad de A. filiformis es de 392 individuos/m² en noviembre, mientras que en agosto es de 12 individuos/m². Thyone fusus también presenta el máximo en noviembre (216 individuos/m²) y el mínimo en agosto (60 individuos/m²). El resto de las especies tienen en general abundancias bastante menores, por lo que no es fácil distinguir una variación temporal clara.

En la tabla 25 se muestra la variación temporal de la composición específica de la estación M10. La especie dominante en número, Prionospio cirrifera, alcanza su máxima abundancia en junio (2140 individuos/m²). Las especies más importantes en biomasa, que son Maldane glebifex y Amphiura chiajei, presentan una abundancia máxima en noviembre (176 y 180 individuos por m², respectivamente) y un mínimo en agosto (24 y 16 individuos/m²).

En la estación M6, la única especie que aparece en densidades relativamente altas es Spirochaetopterus costarum. Su abundancia es máxima en noviembre (140 individuos/m²), y va descendiendo regularmente hasta alcanzar el mínimo en el siguiente octubre (24 individuos/m²) (tabla 26).

En general, la composición específica de las comunidades infaunales en la Ría de Muros cambia poco a lo largo del año. En las especies dominantes se observa una tendencia a disminuir sus abundancias en los meses de verano.

Tabla 24 .- Composición específica de la estación M2 a lo largo del año.
La abundancia está expresada en individuos/m².

POLIQUETOS	Nov.	Feb.	Abr.	Jun.	Ag.	Oct.
<u>Prionospio malmgreni</u> Clap.	1280	340	636	20	100	408
<u>Prionospio cirrifera</u> Wiren	464	140	428	507	-	488
<u>Spio filicornis</u> (Müller)	4	8	68	180	88	12
<u>Polydora</u> sp.	-	-	-	-	-	4
<u>Scolecopsis</u> sp.	4	4	36	20	16	4
<u>Magelona</u> sp.	16	24	20	13	24	12
<u>Chaetozone setosa</u> Malmgren	56	40	12	7	76	4
<u>Spiochaetopterus costarum</u> Clap.	20	-	-	-	-	-
<u>Aricidea</u> sp.	280	168	84	94	100	20
<u>Scoloplos armiger</u> (Müller) ?	-	-	-	-	-	4
Orbinidae indet.	-	-	-	7	-	-
<u>Capitomastus minimus</u> (Langerhans)	56	48	32	27	48	4
<u>Notomastus latericeus</u> Sars	40	-	-	-	-	4
<u>Poecilochaetus serpens</u> Allen	-	-	-	40	12	-
<u>Owenia fusiformis</u> delle Chiaje	4	4	8	-	4	-
<u>Euclymene oerstedii</u> (Clap.)	-	-	4	-	4	-
<u>Stylarioides plumosa</u> (Müller)	4	12	-	-	-	-
<u>Amphictene auricoma</u> (Müller)	4	-	-	-	-	-
<u>Lagis koreni</u> Malmgren	4	-	-	-	4	-
<u>Ampharete acutifrons</u> (Grube)	24	8	-	7	8	-
<u>Amage adspersa</u> (Grube)	-	-	8	-	-	-
<u>Nicolea venustula</u> (Montagu)	-	-	-	-	-	4
Sabellidae indet.	12	4	4	-	-	-
<u>Harmothoe lunulata</u> (delle Chiaje)	124	64	56	100	12	16
<u>Leanira yhleni</u> Malmgren	12	4	-	7	-	8
<u>Sthenelais limicola</u> (Ehlers)	4	20	4	-	-	-
<u>Praegeria remota</u> Southern	-	-	-	-	8	-
<u>Phyllodoce laminosa</u> Savigny	20	8	4	7	16	-
<u>Phyllodoce kosteriensis</u> (Malm.)	4	8	4	-	4	-
<u>Eulalia fuscens</u> St.-Joseph	28	4	-	-	20	-
<u>Gyptis capensis</u> (Day)	12	16	4	13	20	8

	Nov.	Feb.	Abr.	Jun.	Ag.	Oct.
<u>Ophiodromus flexuosus</u> (d.Chiaje)	-	-	4	-	-	-
<u>Ancystrosyllis groenlandica</u> McIntosh ?	-	-	4	-	-	-
<u>Syllidae</u> indet.	4	4	-	-	8	4
<u>Nereis lamellosa</u> Ehlers	-	-	-	-	-	4
<u>Leptonereis glauca</u> Clap.	8	-	-	-	-	-
<u>Nephtys hystericis</u> McIntosh	20	12	16	27	4	4
<u>Glycera rouxii</u> Aud. & M.Edwards	8	-	8	7	8	24
<u>Glycinde nordmanni</u> (Malmgren)	76	32	12	7	60	16
<u>Goniada maculata</u> Oersted	-	-	-	-	-	4
<u>Onuphinae</u> indet.	4	-	-	-	-	-
<u>Nematonereis unicornis</u> (Grube)	12	-	8	7	-	-
<u>Lumbrineris impatiens</u> (Clap.)	240	196	225	167	212	44
<u>Lumbrineris fragilis</u> (Müller)	-	-	4	-	-	-
<u>Lumbrineris latreilli</u> Aud. & M.Ed.	-	-	-	-	12	-

MOLUSCOS

<u>Abra alba</u> (Wood)	8	12	-	7	4	8
<u>Nucula sulcata</u> Bronn	-	4	4	-	-	-
<u>Myrella bidentata</u> (Montagu)	-	16	68	73	-	-
<u>Venus striatula</u> (da Costa)	12	8	-	-	-	4
<u>Montacuta ferruginosa</u> (Montagu)	-	-	12	13	-	-
<u>Nassarius reticulatus</u> (L.)	12	-	-	-	-	4
<u>Scaphander lignarius</u> (L.)	4	-	-	-	-	-
<u>Cylichna cylindracea</u> (Pennant)	4	-	4	-	-	-
<u>Dosinia exoleta</u> (L.)	-	-	4	-	-	-
<u>Tellina</u> sp.	-	-	-	-	4	-
<u>Natica alderi</u> Forbes	-	-	4	-	-	-
<u>Dentalium novemcostatum</u> Lamarck	-	-	-	-	-	4

EQUINODERMOS

<u>Amphiura filiformis</u> O.F.Müller	392	264	324	307	12	168
<u>Acrocorda brachiata</u> (Montagu)	-	-	-	7	-	-
<u>Thyone fusus</u> (O.F.Müller)	216	104	132	73	60	132

	Nov.	Feb.	Abr.	Jun.	Ag.	Oct.
<u>Cucumaria elongata</u> Düb. & Koren	4	-	-	-	-	-
<u>Leptosynapta bergensis</u> (Ost.)	20	24	108	100	64	-
<u>Echinocardium cordatum</u> (Pennant)	92	80	28	33	12	16
<u>CRUSTACEOS</u>						
<u>Anapagurus laevis</u> (Bell)	4	-	-	-	4	-
<u>Pisidia longicornia</u> L.	4	-	-	7	8	-
<u>Processa</u> sp.	4	-	-	-	-	-
<u>Phtisica marina</u> Slabber	-	-	-	-	-	4
<u>Ampelisca</u> sp.	64	12	28	33	80	16
<u>Corophium</u> sp.	-	-	-	-	4	-
<u>Sextonia longirostris</u> Chevreux	-	-	4	-	-	-
<u>Sthenothoe</u> sp.	-	-	-	-	4	-
<u>Oedicerosidae</u> indet.	-	-	-	-	8	-
<u>Caprellidae</u> indet.	16	-	-	-	-	-
<u>Anfipodos</u> indet.	20	8	4	-	-	-
<u>Cirolana</u> sp.	4	4	-	7	-	-
<u>Arcturella</u> sp.	4	-	-	-	-	-
<u>Cumáceo</u> indet.	4	-	-	-	4	-
<u>Ostrácodo</u> indet.	-	8	4	-	-	-
<u>OTROS</u>						
<u>Nemertinos</u> indet.	288	204	84	67	96	12
<u>Virgularia</u> sp.	8	-	-	-	-	-

Tabla 25 .- Composición específica de la estación M10 a lo largo del año.
La abundancia está expresada en individuos/m².

POLIQUETOS	Nov.	Feb.	Abr.	Jun.	Ag.	Oct.
<u>Prionospio malmgreni</u> Clap.	4	84	28	140	12	28
<u>Prionospio cirrifer</u> Wiren	396	936	180	2140	336	428
<u>Polydora</u> sp.	24	24	36	--	-	12
<u>Scoelelepis</u> sp.	4	-	-	-	4	-
<u>Magelona</u> sp.	12	28	4	-	-	8
<u>Chaetozone setosa</u> Malmgren	8	8	-	-	8	4
<u>Tharyx marioni</u> (St.-Joseph)	38	60	12	-	-	12
<u>Aricidea</u> sp.	104	52	20	188	56	56
<u>Poecilochaetus serpens</u> Allen	-	-	4	4	-	-
<u>Notomastus latericeus</u> Sars	48	40	24	36	12	16
<u>Heteromastus filiformis</u> (Clap.)	16	24	24	20	8	12
<u>Maldane glebifex</u> Grube	176	160	44	40	24	160
<u>Macrolymene santanderensis</u> (Rioja) ?	8	-	-	-	-	-
<u>Euclymene lombricoides</u> (Quatr.)	8	4	-	-	-	-
<u>Euclymene oerstedii</u> (Clap.)	32	20	112	96	132	48
<u>Cossura soyeri</u> Laubier	4	12	-	-	-	-
<u>Brada villosa</u> (Rathke)	12	-	-	-	-	-
<u>Ampharete acutifrons</u> (Grube)	8	20	8	12	8	-
<u>Melinna palmata</u> Grube	8	28	24	4	44	32
<u>Polycirrus</u> sp.	44	16	20	12	-	16
Terebellidae indet.	-	8	-	-	-	-
<u>Spiochaetopterus costarum</u> (Clap.)	8	16	40	8	16	28
<u>Stylarioides plumosa</u> (Müller)	-	4	-	-	-	-
Sabellidae indet.	-	-	4	-	-	-
<u>Harmothoe lunulata</u> (delle Chiaje)	100	60	20	8	4	8
<u>Leanira yhleni</u> Malmgren	16	32	16	4	-	8
<u>Gattyana cirrosa</u> (Pallas)	4	-	-	-	-	-
<u>Phyllodoce kosteriensis</u> (Malmgren)	4	4	4	-	4	-
<u>Phyllodoce laminosa</u> Savigny	4	-	-	4	-	-
<u>Eulalia fuscens</u> St.-Joseph	4	8	4	-	-	4
<u>Eteone</u> sp.	-	-	-	-	4	-

	Nov.	Feb.	Abr.	Jun.	Ag.	Oct.
<u>Gyptis capensis</u> (Day)	40	40	16	4	4	12
<u>Ophiodromus flexuosus</u> (d.Chiaje)	40	52	16	8	8	36
<u>Syllidae</u> indet.	28	16	8	4	-	16
<u>Nephtys hystericis</u> McIntosh	4	-	-	8	8	4
<u>Glycera unicornis</u> Savigny	4	8	4	-	-	-
<u>Glycera rouxii</u> Aud. & M. Edw.	-	-	4	12	4	4
<u>Glycinde nordmanni</u> (Malmgren)	4	-	-	-	-	-
<u>Lumbrineris impatiens</u> (Clap.)	-	8	12	8	-	12
<u>Lumbrineris fragilis</u> (Müller)	76	104	36	16	36	104
<u>Nematonereis unicornis</u> (Grube)	12	8	8	-	-	-

MOLUSCOS

<u>Thyasira flexuosa</u> (Montagu)	-	4	4	8	8	4
<u>Myrtea spinifera</u> (Montagu)	12	4	4	-	4	4
<u>Nucula sulcata</u> Bronn	-	4	-	4	-	-
<u>Mysia undata</u> (Montagu)	-	-	-	8	-	-
<u>Dentalium novemcostatum</u> Lamarck	12	8	-	12	-	8

EQUINODERMOS

<u>Amphiura chiajei</u> Forbes	180	160	112	52	16	156
<u>Amphiura filiformis</u> O.F. Müller	152	164	40	152	8	116
<u>Ophiura texturata</u> Lamarck	4	4	4	4	12	-
<u>Leptosynapta bergensis</u> (Ost.)	60	104	36	20	-	88
<u>Leptosynapta inhaerens</u> (Müller)	-	8	-	-	-	-
<u>Cucumaria hyndmani</u> Thompson	-	-	-	4	-	-

CRUSTACEOS

<u>Asthenognathus atlanticus</u> Monod	-	4	-	-	-	-
<u>Leucothoe lilljeborgi</u> Boeck	4	12	-	8	-	8
<u>Ampelisca</u> sp.	12	12	20	4	16	4
<u>Astacilla</u> sp.	-	4	-	-	-	-
<u>Arcturella</u> sp.	-	-	4	-	-	-

	Nov.	Feb.	Abr.	Jun.	Ag.	Oct.
Anfípodos indet.	-	24	24	-	-	-
Ostrácodos indet.	-	4	4	12	-	4
Cumáceos indet.	-	8	-	-	-	-
<u>OTROS</u>						
Nemertinos indet.	120	172	100	88	28	44
<u>Virgularia</u> sp.	-	-	-	4	-	-
<u>Cerianthus</u> sp.	-	-	4	4	-	-

Tabla 26 .- Composición específica de la estación M6 a lo largo del año.
La abundancia está expresada en individuos/m².

<u>POLIQUETOS</u>	Nov.	Feb.	Abr.	Jun.	Ag.	Oct.
<u>Prionospio cirrifera</u> Wiren	4	12	4	4	-	4
<u>Spio filicornis</u> (Müller)	-	-	-	-	-	4
<u>Spiochaetopterus costarum</u> (Clap.)	140	92	60	40	40	24
<u>Aricidea</u> sp.	-	4	-	-	-	-
<u>Chaetozone setosa</u> Malmgren	-	-	-	-	4	-
<u>Tharyx marioni</u> (St.-Joseph)	-	-	-	-	-	4
<u>Cirratulidae</u> indet.	-	-	4	-	-	-
<u>Armandia</u> sp.	-	-	4	-	-	-
<u>Heteromastus filiformis</u> (Clap.)	-	-	-	-	-	4
<u>Capitella capitata</u> (Fabricius)	4	-	-	-	-	-
<u>Harmothoe lunulata</u> (delle Chiaje)	-	4	-	-	-	-
<u>Gyptis capensis</u> (Day)	16	-	-	-	-	-
<u>Phyllodoce</u> sp.	4	-	-	-	-	-
<u>Nereis lamellosa</u> Ehlers	-	4	-	-	4	4
<u>MOLUSCOS</u>						
<u>Abra alba</u> (Wood)	-	-	-	-	-	4
<u>CRUSTACEOS</u>						
<u>Tryphosa</u> sp.	-	-	-	-	-	12
<u>Ampelisca</u> sp.	-	4	-	-	-	-
<u>Anfípodos</u> indet.	-	-	-	-	-	4
<u>OTROS</u>						
<u>Nemertinos</u> indet.	-	8	-	-	-	-
<u>Cerianthus</u> sp.	4	-	4	4	-	16

3.4.3. Variación temporal de la diversidad.

Las variaciones de la diversidad y de la equitatividad en la Ría de Muros durante el período de muestreo se indican en la tabla 27. En la estación M2, la diversidad y equitatividad máximas se presentan en agosto ($H' = 4.29$; $J' = 0.82$). En octubre la diversidad y equitatividad son mínimas ($H' = 2.97$; $J' = 0.59$) debido al menor número de especies y a la gran dominancia de Prionospio malmgreni y Prionospio cirrifer (fig. 45).

En la estación M10, la diversidad y equitatividad máximas se alcanzan en abril ($H' = 4.45$; $J' = 0.84$). Los valores mínimos se presentan en junio ($H' = 2.19$; $J' = 0.42$), y están causados por la gran dominancia de Prionospio cirrifer.

En la estación M6, la diversidad y equitatividad son bajas ($0.82 \leq H' \leq 1.54$; $0.41 \leq J' \leq 0.55$) a causa del pequeño número de especies y la dominancia de Spiochaetopterus costarum. Sin embargo, en el mes de octubre los valores son más altos ($H' = 2.76$; $J' = 0.87$) debido a la menor dominancia de S. costarum y al mayor número de especies.

Tabla 27.- Variación temporal de la diversidad y de la equitatividad en las estaciones M2, M10 y M6 de la Ría de Muros.

		Nov.	Feb.	Abr.	Jun.	Ag.	Oct.
M2	H'	3.69	3.94	3.65	3.78	4.29	2.97
	J'	0.65	0.76	0.69	0.76	0.82	0.59
M10	H'	4.20	3.88	4.45	2.19	3.27	3.81
	J'	0.77	0.70	0.84	0.42	0.69	0.75
M6	H'	1.07	1.54	1.16	0.82	0.82	2.76
	J'	0.41	0.55	0.50	0.52	0.52	0.87

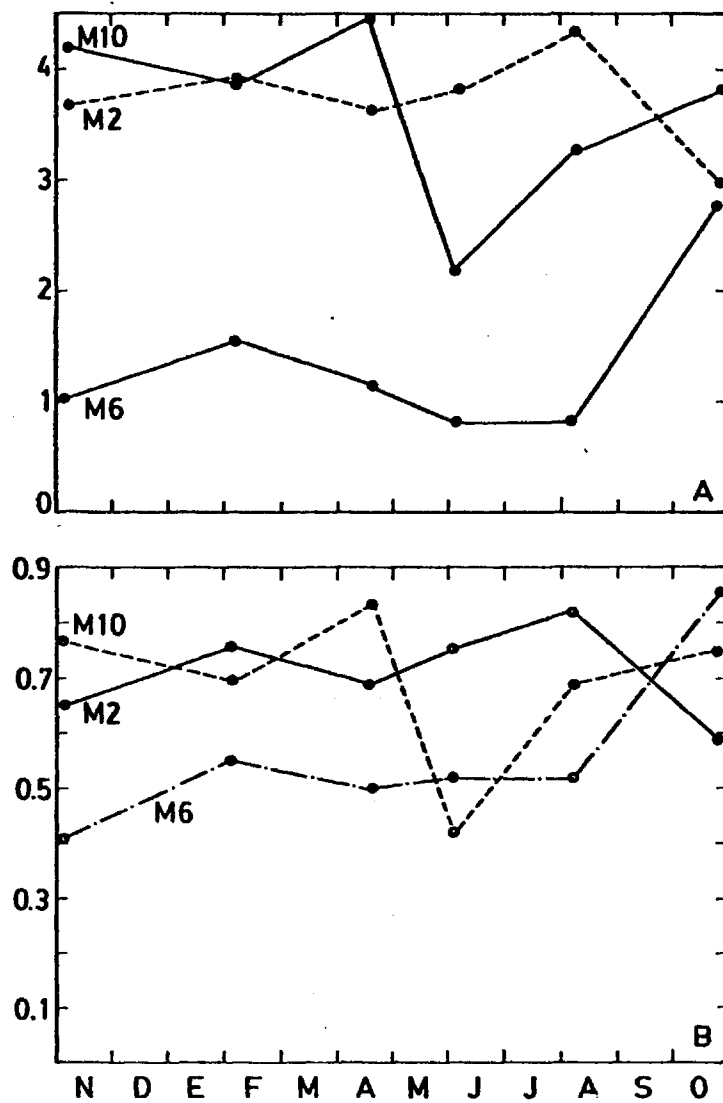


Fig. 45.- Evolución temporal de la diversidad (A) y de la equitatividad (B) en la Ría de Muros.

3.4.4. Variación temporal de la biomasa.

Los valores de la biomasa en las tres estaciones muestreadas a lo largo del año en la Ría de Muros, así como las proporciones de los diferentes grupos taxonómicos, se expresan en las tablas 28 a 30.

En la estación M2, la biomasa varía entre 2.30 g/m² (agosto) y 15.70 g/m² (noviembre). El grupo más importante en biomasa es el de los equinodermos, cuya proporción oscila entre 50.0 % (agosto) y 91.7 % (abril). Las especies de equinodermos que más contribuyen a la biomasa son Echinocardium cordatum, Thyone fusus y Amphiura filiformis. El porcentaje de poliquetos varía entre 1.9 % (junio) y 25.8 % (agosto). De ellos, Lumbrineris impatiens es el que más contribuye a la biomasa total. Los moluscos forman del 0.1 % (junio) al 37.8 % (noviembre). La especie más importante en biomasa es Nassarius reticulatus. Los crustáceos sólo forman una fracción relativamente importante de la biomasa en agosto (21.2 %), debido a la presencia de Anapagurus laevis. El grupo "otros" es poco importante en todos los muestreos excepto en junio (11.7 %), cuando aparecieron algunos nemertinos indeterminados de gran tamaño.

En la estación M10, la biomasa varía entre 4.97 g/m² (agosto) y 18.24 g/m² (noviembre). La proporción de poliquetos oscila entre 37.9 % (junio) y 60.5 % (agosto). La especie que más contribuye a la biomasa total es Maldane glebifex. El porcentaje de equinodermos varía entre 38.2 % (agosto) y 55.9 % (noviembre). La especie más importante en biomasa es Amphiura chiajei. Los moluscos forman una fracción poco importante (0.5 - 4.5 %), y la especie con mayor biomasa es Dentalium novemcostatum. Los crustáceos están muy poco representados, y su biomasa no sobrepasa el 3 % del total. El grupo "otros" tampoco es abundante: su proporción oscila entre el 0.2 % (noviembre) y el 7.5 % (junio).

La biomasa de la estación M6 es mucho más pequeña que en las dos estaciones anteriores; sus valores oscilan entre 0.71 g/m² (octubre) y 2.88 g/m² (noviembre). Los poliquetos son el grupo dominante: su proporción varía entre 86.5 % (junio) y el 100 % (noviembre, abril y agosto). La aparición de organismos que no sean poliquetos es esporádica.

Las variaciones temporales de la biomasa y de las proporciones de cada grupo taxonómico se representan gráficamente en la figura 46.

Tabla 28.- Biomasa total (g/m² M.O.) y proporciones de los distintos grupos en la estación M2 a lo largo del año. 0* : biomasa despreciable.

	Nov.	Feb.	Abr.	Jun.	Ag.	Oct.
TOTAL	15.70	5.23	10.39	14.84	2.30	8.10
% Poliquetos	3.7	7.7	6.4	1.9	25.8	4.1
% Moluscos	37.8	9.9	1.6	0.1	2.1	16.8
% Equinodermos	55.7	78.8	91.7	86.0	50.0	79.1
% Crustáceos	2.2	0.3	0.2	0.3	21.2	0*
% Otros	0.6	3.3	0.1	11.7	0.9	0*

Tabla 29.- Biomasa total (g/m² M.O.) y proporciones de los distintos grupos en la estación M10 a lo largo del año. 0* : biomasa despreciable.

	Nov.	Feb.	Abr.	Jun.	Ag.	Oct.
TOTAL	18.24	17.63	9.04	11.48	4.97	15.11
% Poliquetos	41.1	39.1	56.0	37.9	60.5	45.4
% Moluscos	2.8	1.5	1.1	4.5	0.5	0.6
% Equinodermos	55.9	50.0	40.6	50.1	38.2	52.0
% Crustáceos	0*	2.9	0.1	0*	0.1	0*
% Otros	0.2	6.5	2.2	7.5	0.7	1.1

Tabla 30.- Biomasa total (g/m² M.O.) y proporciones de los distintos grupos en la estación M6 a lo largo del año. 0* : biomasa despreciable.

	Nov.	Feb.	Abr.	Jun.	Ag.	Oct.
TOTAL	2.88	1.50	1.19	1.13	0.83	0.71
% Poliquetos	100.0	91.1	100.0	86.5	100.0	95.2
% Moluscos	0	0	0	0	0	4.7
% Equinodermos	0	0	0	0	0	0
% Crustáceos	0	0.1	0	0	0	0.1
% Otros	0	8.8	0	13.5	0	0

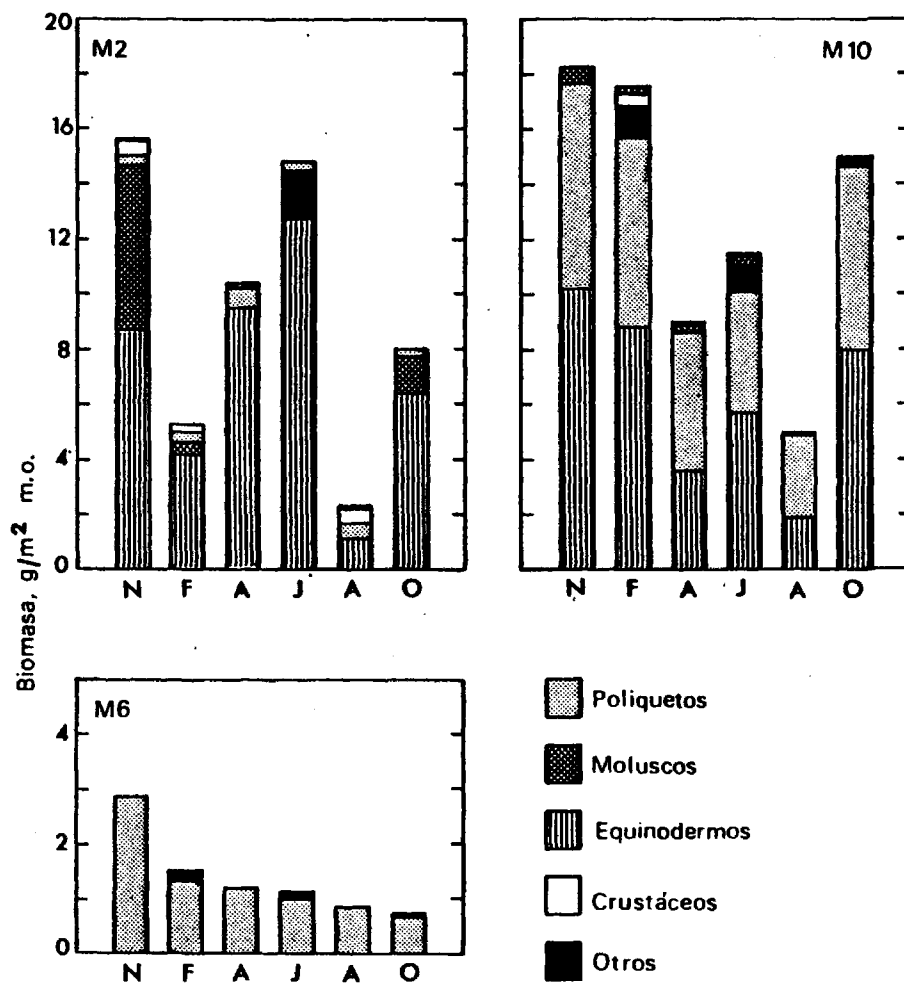


Fig. 46.- Variación temporal de la biomasa total (g/m² M.O.) y de las proporciones de los distintos grupos en las estaciones M2, M6 y M10 de la Ría de Muros.

3.4.5. Discusión.

Ya se ha señalado (ver apartado 3.2.5.) la poca variación temporal que presentan las comunidades bentónicas infaunales, por lo menos durante periodos anuales.

En la Ría de Muros, lo mismo que ocurría en la Ría de Arosa, las características del agua de fondo permanecen muy constantes a lo largo del año, sobre todo en lo que se refiere a la temperatura y la salinidad. En algunas zonas es muy probable que los niveles de oxígeno disuelto sean más bajos en verano, debido a la formación de una termoclina y la consecuente estratificación de la columna de agua. Las características del sedimento también presentan muy poca variación con relación al tiempo. La poca amplitud de la variación de los factores ambientales, unido al hecho de que la mayor parte de las especies infaunales tienen un ciclo vital de más de un año de duración, determina que las comunidades infaunales en la Ría de Muros no presenten una variación estacional acusada.

Exceptuando algunas especies que pueden tener variaciones temporales grandes (Prionospio malmgreni, Prionospio cirrifer), la composición específica de las comunidades permanece relativamente estable durante todo el año. Las especies que presentan oscilaciones más fuertes son organismos de pequeño tamaño y de ciclo vital corto (especialmente poliquetos de la familia Spionidae).

En general, se observa una disminución de la abundancia de los organismos en los meses de verano, que podría estar relacionada con el empobrecimiento en oxígeno del agua de fondo en esta época.

Las variaciones temporales de la diversidad son en general de poca amplitud. Sin embargo, en la estación M10 la diversidad desciende bastante en el mes de junio, a causa de la gran dominancia de Prionospio cirrifer. En la estación M6, la diversidad en el mes de octubre es mucho mayor que en el resto del año, a causa del descenso en la dominancia de Spiochaetopterus costarum y de la presencia de otras especies ausentes en otras épocas.

La variación temporal de la biomasa puede ser relativamente grande a causa de la aparición de especies poco frecuentes de gran tamaño. En las estaciones M2 y M10, la biomasa en el mes de agosto es mucho menor que en el resto del año. En la estación M10 este hecho puede relacionarse con una deficiencia de oxígeno en el sedimento en los meses de verano, pero en la

estación M2, que presenta un sedimento arenoso, la causa quizá deba atribuirse a un defecto de muestreo.

En la estación M6, representativa de la comunidad de Spiochaetopterus costarum, la biomasa presenta valores muy bajos durante todo el año, y que van disminuyendo paulatinamente con el tiempo. Este descenso de la biomasa es debido a la abundancia decreciente de S. costarum, especie que forma la mayor parte de la biomasa en esta estación.

3.5. ESTUDIO ESPACIAL COMPARATIVO DE LAS RIAS DE MUROS Y AROSA

3.5. Estudio espacial comparativo de las Rías de Muros y Arosa.

3.5.1. Comparación de las comunidades.

Con el fin de tener una idea de conjunto de las similaridades y diferencias de las comunidades infaunales de ambas rías, se aplicó el análisis factorial de correspondencias a las muestras de la Ría de Arosa y de Muros en conjunto. Los resultados de este análisis se muestran gráficamente en las figuras 47, 48 y 49. Los porcentajes de la varianza total que comprenden los 4 ejes considerados son los siguientes:

Eje	Porcentaje de varianza	Porcentaje acumulativo
I	30.334	30.334
II	13.718	44.051
III	12.325	56.376
IV	7.549	63.925

La ordenación de las estaciones según el eje I responde, lo mismo que en el estudio de las dos rías por separado, a un gradiente decreciente de contenido orgánico y creciente de diámetro medio del sedimento. Las estaciones más fangosas y con mayor contenido orgánico se sitúan en la parte negativa del eje I, mientras que las más arenosas y de contenido orgánico más moderado quedan en la parte positiva (fig. 47). Las dos comunidades de Spiochaetopterus costarum de ambas rías prácticamente se superponen (estaciones A6, A8, A10 y A12 de Arosa; M6, M12 y M13 de Muros) y tienen carga negativa con respecto al primer eje. La comunidad de Sternaspis scutata - Tharyx marioni de la Ría de Arosa se sitúa con carga negativa inferior que la anterior comunidad (estaciones A1, A4, A7 y A9), mientras que las estaciones de la comunidad de Amphiura chiajei - Maldane glebifex (M3, M5, M7 y M10) se agrupan alrededor del origen. La comunidad de Amphiura filiformis - Thyone fusus de la Ría de Muros (estaciones M4 y M9) presenta carga positiva, lo mismo que las estaciones M1 y M2 de Muros y A2 y A3 de Arosa.

La distribución de las especies según el eje I sigue el mismo esquema que habíamos visto en el estudio de las dos rías por separado. Las especies

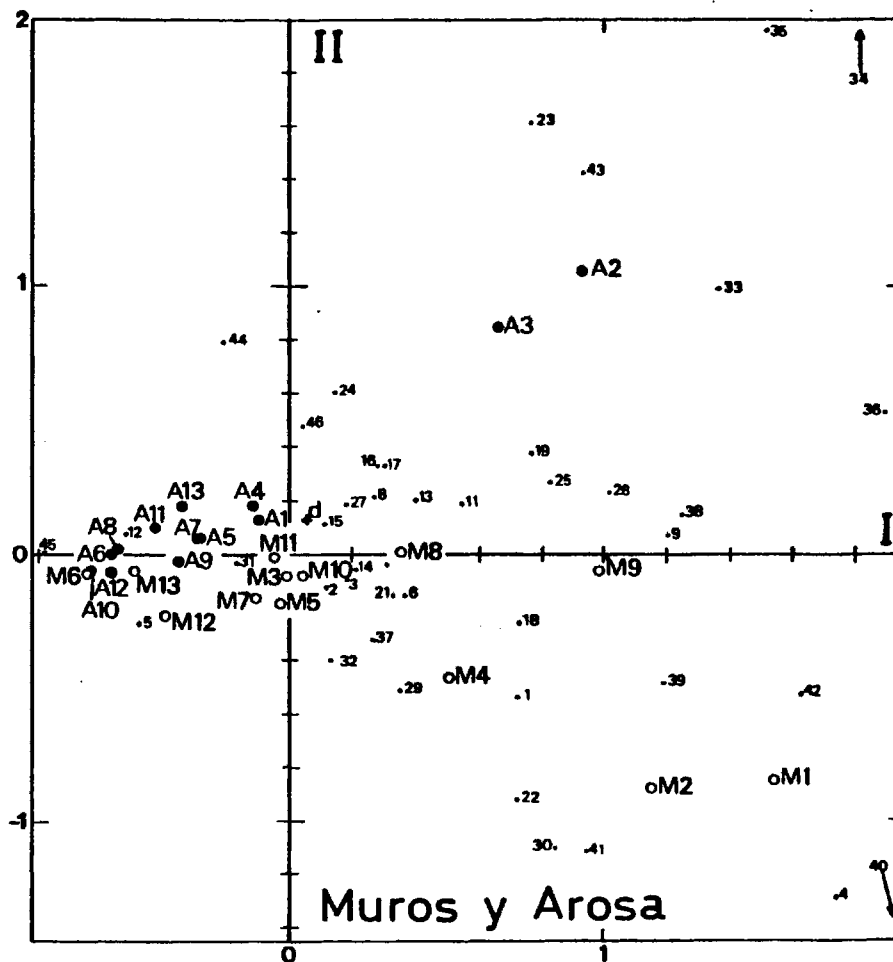


Fig. 47.- Pesos factoriales de muestras y variables de las Rías de Muros y de Arosa sobre los ejes I y II.

propias de sedimentos muy fangosos y ricos en materia orgánica se sitúan con carga negativa (5: Spiochaetopterus costarum; 45: Virgularia sp.; 12: Sternaspis scutata), mientras que las especies que presentan carga positiva son propias de sedimentos más arenosos (40: Venus casina; 34: Anapagurus laevis; 36: Spio filicornis).

El eje II comprende el 13.718 % de la varianza total. De un modo general, separa las estaciones de la Ría de Muros, con carga negativa, de las de la Ría de Arosa, con carga positiva. Por otra parte, las especies con mayor carga positiva se presentan en densidades relativamente importantes en Arosa y no aparecen o lo hacen con una densidad muy baja en Muros (34: Anapagurus laevis; 35: Scalibregma inflatum; 23: Pisidia longicornis; 43: Eunice vittata). Las especies que tienen una componente negativa más alta según este eje, por el contrario, están presentes en Muros, pero no en Arosa (40: Venus casina; 4: Thyone fusus; 41: Abra alba).

El eje III comprende el 12.325 % de la varianza total. La ordenación de las muestras y especies respecto a este eje (fig. 48), lo mismo que respecto al eje IV (fig. 49) sigue un patrón del que no podemos deducir una variación que se pueda atribuir a algún factor ecológico conocido.

La aplicación del análisis de correspondencias al conjunto de las dos rías nos confirma que los factores que tienen más influencia en la distribución de las especies infaunales son el contenido orgánico, el porcentaje de arcilla y el diámetro medio del sedimento (eje I). Sin embargo, hay ciertas especies que sólo se presentan en una de las dos rías, o bien aparecen con una densidad elevada en una de ellas y muy baja en la otra. Esto queda reflejado en la ordenación de las estaciones y especies según el eje II. La comunidad de Spiochaetopterus costarum es prácticamente igual en las dos rías. Es interesante resaltar que cuanto mayor es el contenido orgánico del sedimento, mayor es la similaridad entre las comunidades. Este hecho ya había sido constatado en la Ría de Pontevedra (LOPEZ-JAMAR, 1978 b), en donde la infauna presente en la parte media e interna de la ría, de contenido orgánico muy elevado a causa de los vertidos de la fábrica de celulosa de Marín, presenta una similaridad muy elevada y es muy homogénea en toda la zona.

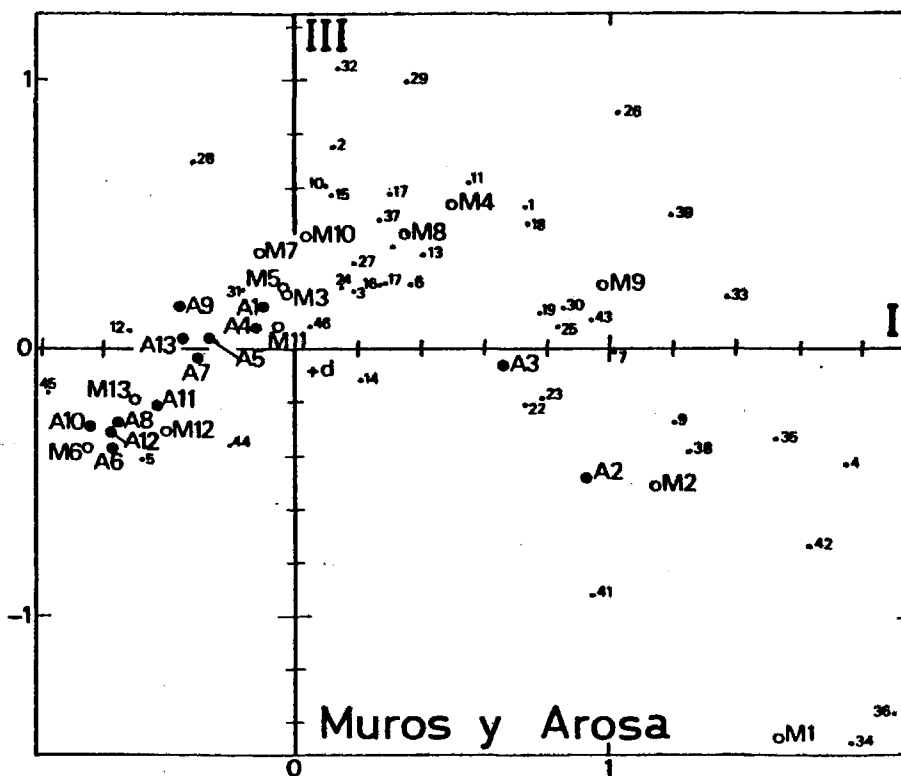


Fig. 48.- Pesos factoriales de muestras y variables de las Rías de Muros y de Arosa sobre los ejes I y III.

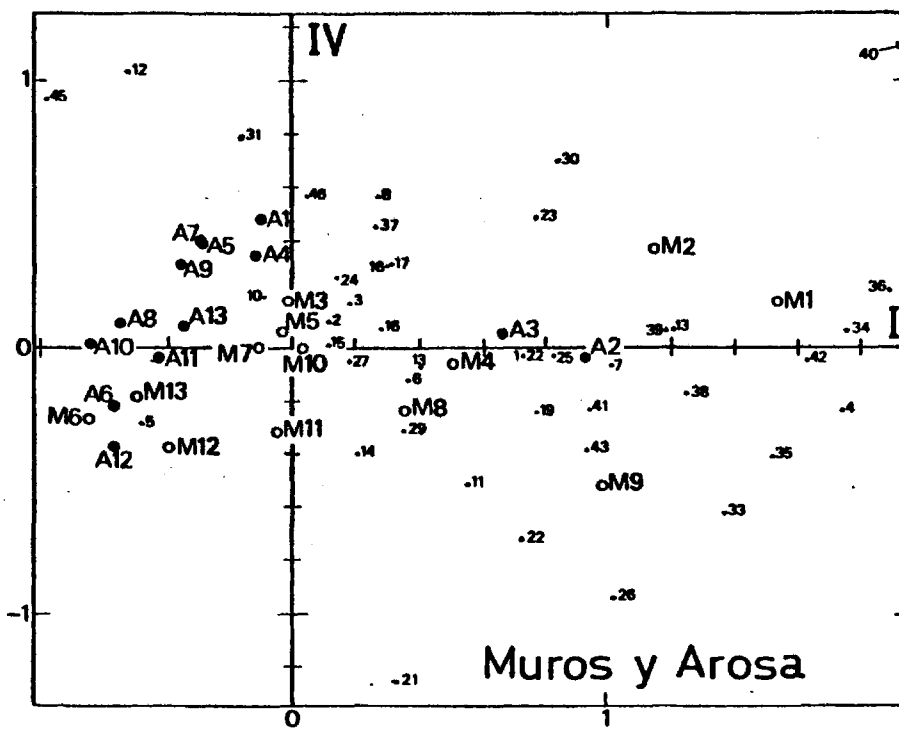


Fig. 49.- Pesos factoriales de muestras y variables de las Rías de Muros y de Arosa sobre los ejes I y IV.

3.5.2. Comparación de la biomasa.

Los valores de la biomasa infaunal son mucho más altos en la Ría de Muros que en la de Arosa, como se indica en la tabla 31. Las dos comunidades de Amphiura, que son las que presentan los valores más altos de biomasa, ocupan un área muy extensa en la Ría de Muros, pero están muy pobremente representadas en la Ría de Arosa.

Tabla 31.- Comparación entre los valores medios y máximos de biomasa (g/m² M.O.) de las diferentes comunidades de las Rías de Arosa y de Muros.

comunidad	AROSA		MUROS	
	valor medio	valor máximo	valor medio	valor máximo
<u>Amphiura filiformis</u> - <u>Thyone fusus</u>	no existe		38.23	46.21
<u>Amphiura chiajei</u> - <u>Maldane glebifex</u>	no existe		12.01	14.80
<u>Sternaspis scutata</u> - <u>Tharyx marioni</u>	3.20	4.25	no existe	
<u>Spiochaetopterus</u> <u>costarum</u>	1.75	2.75	3.58	6.84
valor medio global	3.61		13.71	
valor máximo total	15.64		46.21	

La comunidad de Sternaspis scutata - Tharyx marioni, que aparece en Arosa pero no en Muros, tiene una biomasa relativamente pequeña. Por último, la única comunidad similar en ambas rías, la comunidad de Spiochaetopterus costarum, presenta una biomasa sensiblemente mayor en la Ría de Muros con respecto a Arosa.

3.5.3. Discusión.

No es fácil elaborar una interpretación simplista sobre las causas de las grandes diferencias existentes entre las comunidades infaunales de las Rías de Muros y de Arosa. Si bien es cierto que en la Ría de Arosa el área con elevado contenido orgánico en el sedimento (y probables condiciones anóxicas) es mucho mayor que en la Ría de Muros, queda sin explicar el hecho de que, en algunas zonas, a igual contenido orgánico y diámetro medio del sedimento, la infauna de la Ría de Muros es mucho más diversa y presenta una biomasa mayor que en la Ría de Arosa.

Podríamos buscar la causa de estas diferencias en la diferente naturaleza de la materia orgánica que se deposita en el fondo de cada ría. En la Ría de Muros, la materia orgánica que cae al fondo proviene esencialmente de las células del fitoplancton que sedimentan y del aporte de los macrófitos de las orillas. Esta materia orgánica es fácilmente degradable y de utilización casi inmediata por la cadena trófica béntica (bacterias → meiofauna → infauna). Por el contrario, teniendo en cuenta el elevado número de bateas de mejillón de la Ría de Arosa, es muy probable que gran parte de la materia orgánica que se deposita en el sedimento de esta ría siga el camino fitoplancton → mejillón → epifauna de las bateas → sedimento. Como consecuencia, esta materia orgánica llega al fondo muy "utilizada" y es más difícilmente degradable por las bacterias del sedimento. Datos recientes sobre la actividad bacteriana del sedimento de la Ría de Arosa (TENORE et al., en prensa) indican que esta actividad es muy pequeña. De este modo, el sedimento recibe una gran cantidad de materia orgánica, que al ser difícilmente degradable por las bacterias, su velocidad de acumulación excede a la de utilización, creando condiciones anóxicas en gran parte de la ría.

Otro factor que sin duda influye en la mejor utilización de la materia orgánica del sedimento en la ría de Muros es la abundancia de organismos

capaces de modificar las características del sedimento ("sediment reworkers" según D.C. Rhoads), transportando a la superficie capas profundas del sedimento, y contribuyendo a su oxigenación. Los organismos dominantes en la mayor parte de la Ría de Muros pertenecen a este grupo: maldánidos (Maldane glebifex, Euclymene oerstedii) y ofiuroides (Amphiura filiformis, Amphiura chiajei). Por el contrario, las especies dominantes en la Ría de Arosa (Spiochaetopterus costarum, Sternaspis scutata) son detritívoros de superficie, es decir, utilizan para su alimentación material de la parte superior del sedimento, por lo que no favorecen la oxigenación de las capas más profundas.

3.6. ESTUDIO AUTOECOLOGICO DE LAS ESPECIES DOMINANTES

3.6. Estudio autoecológico de las especies dominantes.

3.6.1. *Amphiura filiformis*.

La biología de esta especie ha sido estudiada por varios autores, especialmente BUCHANAN (1964) en el Mar del Norte. *Amphiura filiformis* se alimenta atrapando partículas en suspensión con los brazos extendidos perpendicularmente a la superficie del sedimento, por lo que requiere una cierta velocidad en las corrientes de fondo. Cuanto más rápida sea la corriente, mayor es la porción de brazo que sobresale del sedimento. Por otra parte, este autor demostró la existencia de respuestas reostáticas en esta especie: la orientación de los brazos siempre es con la parte oral recibiendo la corriente.

Según URSIN (1960) y BUCHANAN (1964), *Amphiura filiformis* puede vivir 3 ó 4 años en el Mar del Norte, aunque posiblemente no exceda de 2 años en aguas situadas más al Sur.

En la figura 50 se indica la variación temporal de la densidad y biomasa de esta especie durante el período de muestreo. A partir del mes de junio, hay un rápido descenso de la densidad y de la biomasa. Esto está de acuerdo con los datos de BUCHANAN (1964), que señala que en *Amphiura filiformis* la reproducción ocurre en julio (puede adelantarse en aguas más al Sur), y después de la reproducción, los individuos mueren rápidamente. Los ejemplares de la clase-0 no aparecen en las muestras tamizadas hasta la siguiente primavera.

Amphiura filiformis es una de las especies dominantes en la infauna de la Ría de Muros, por lo que el estudio de su biología y de la dinámica de sus poblaciones es de gran interés. Al ser una especie de ciclo vital relativamente largo, nuestro período de estudio (1 año) no es suficiente para esta finalidad. Sin embargo, para futuros estudios de la población de esta especie, se ha hallado la relación talla-peso, relacionando el diámetro del disco con el peso de materia orgánica de cada organismo (fig. 51). Como la mayoría de los individuos aparecen con los brazos rotos, el peso se calculó sin tener en cuenta los brazos, seccionándolos al nivel del borde del disco.

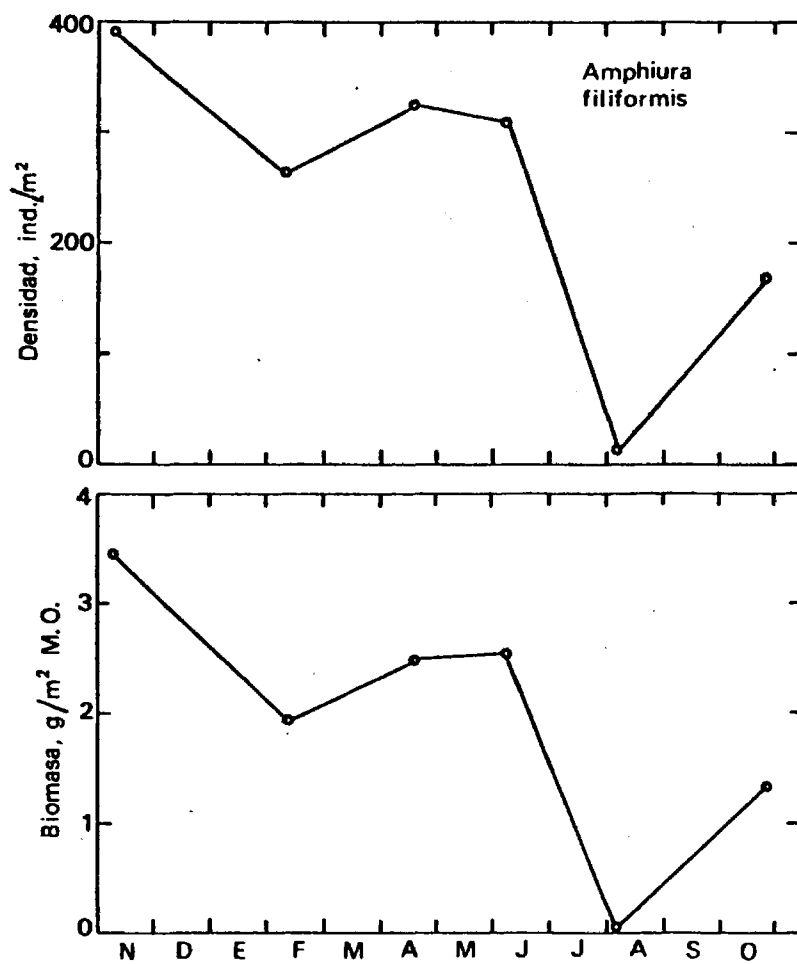


Fig. 50.- Variación temporal de la densidad y de la biomasa de Amphiura filiformis en la estación M2 de la Ría de Muros.

La correlación encontrada responde a la ecuación:

$$y = 1.509 + 2.723 x$$

$$R = 0.902$$

siendo $x = \log_{10}$ del diámetro del disco en mm,

$y = \log_{10}$ del peso de materia orgánica en mg

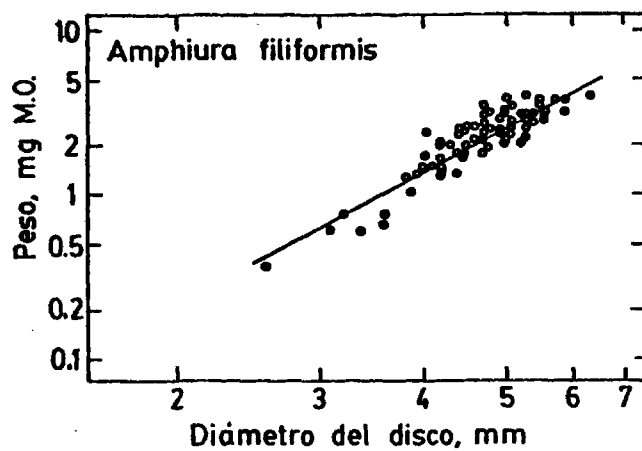


Fig. 51.- Relación entre el diámetro del disco (mm) y el peso sin brazos (mg M.O.) en *Amphiura filiformis*.

En la Ría de Muros, Amphiura filiformis ocupa una gran variedad de sedimentos ($11 \mu\text{m} \leq Q_{50} \leq 217 \mu\text{m}$; $4.80 \% \leq \text{M.O.} \leq 15.89 \%$), pero su máxima densidad se presenta en sedimentos de 95 a $203 \mu\text{m}$ de diámetro medio y de contenido orgánico comprendido entre 3.66 y 6.78 % (arena fangosa y fango arenoso). En la Ría de Arosa esta especie es muy escasa.

3.6.2. Amphiura chiajei.

BUCHANAN (1964) estudió la biología de esta especie en el Mar del Norte. Según este autor, Amphiura chiajei no presenta ningún tipo de respuesta a corrientes direccionales de agua. DES ARTS (1910) describió el tipo de alimentación de esta especie, que puede clasificarse como detritívora. Según BUCHANAN (1964), A. chiajei es una especie de crecimiento muy lento y ciclo vital considerablemente largo (hasta 10 años).

En la figura 52 se representa la variación temporal de la densidad y de la biomasa de esta especie. Se observa que en los meses de verano, tanto la densidad como la biomasa descienden bastante, volviendo a aumentar en otoño. No encontramos una explicación adecuada a este hecho, ya que el aumento otoñal en la densidad no parece ser debido a reclutamiento.

Es interesante señalar la relación de comensalismo de esta especie con el poliqueto Maldane glebifex en la Ría de Muros. Se observó que cierto número de tubos de M. glebifex tenían una cavidad en su parte superior, que en la mayoría de los casos estaba ocupada por un ejemplar de Amphiura chiajei. Esta cavidad suele tener sección de media luna, y está abierta por arriba. La figura 53 está realizada a partir de una radiografía de un tubo de M. glebifex, y se observa que A. chiajei extiende sus brazos por la abertura superior y por un orificio lateral. Por otra parte, se ha observado una correlación muy elevada entre las densidades de A. chiajei y M. glebifex, que sugiere una relación muy estrecha entre estas dos especies (LOPEZ-JAMAR, en prensa). Esta relación se pone de manifiesto en la figura 52, en la que se observa que las densidades de ambas especies son muy similares a lo largo del año.

La figura 54 muestra la relación talla-peso en Amphiura chiajei, que tiene por ecuación:

$$y = 1.301 + 2.950 x$$

$$R = 0.993$$

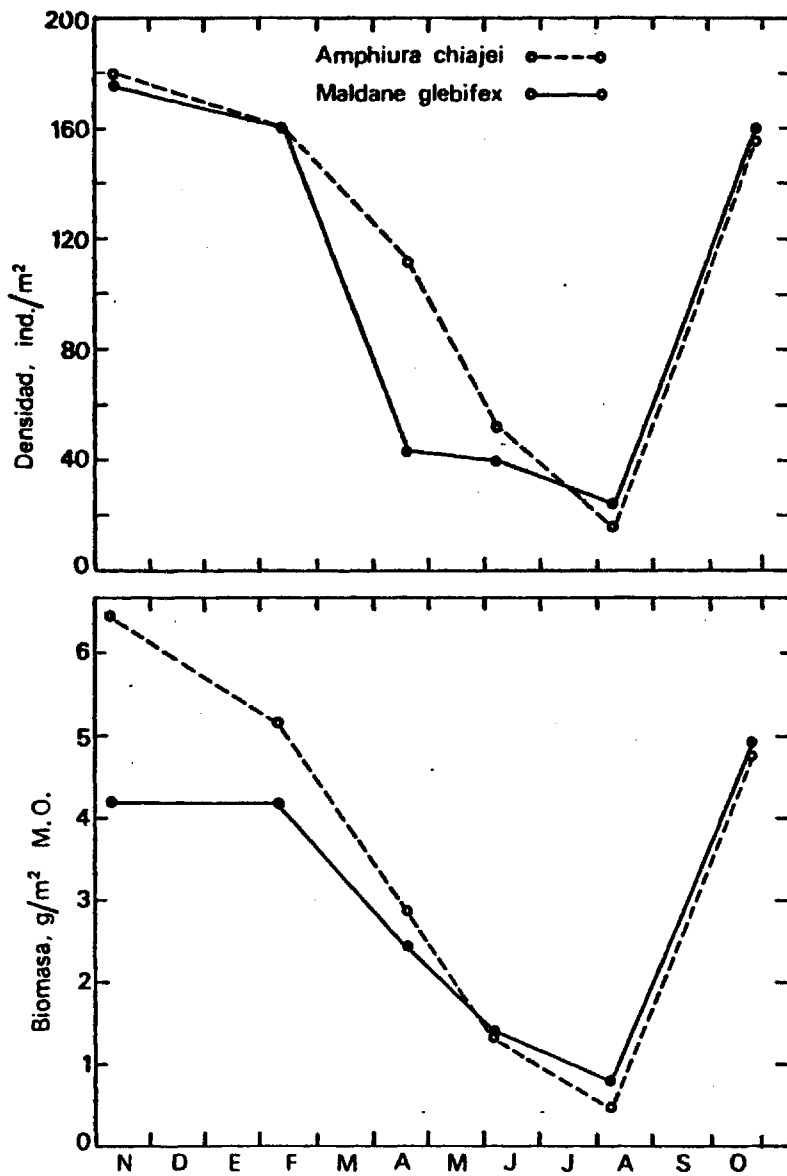


Fig. 52.- Variación temporal de la densidad y de la biomasa de *Amphiura chiajei* y de *Maldane glebifex* en la estación M10 (Muros).

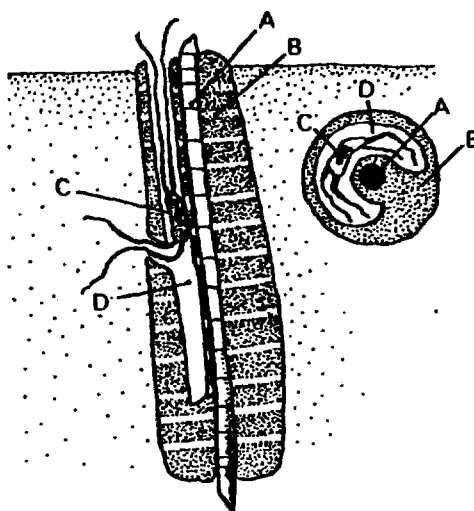


Fig. 53.- Esquema del tubo de Maldane glebifex con un individuo de Amphiura chiajei en su interior. A: poliqueto. B: Tubo de fango aglomerado. C: Ejemplar de A. chiajei. D: Espacio excavado por A. chiajei (Tomado de una radiografía de D.C. Rhoads).

siendo $x = \log_{10}$ del diámetro del disco en mm.

y = \log_{10} del peso del disco en mg.

En la Ría de Muros, Amphiura chiajei habita en fondos fangosos de 20 a 45 m de profundidad, en los que normalmente no hay indicios de producción de H_2S . El diámetro medio del sedimento varía entre 11 y 95 μm , y el contenido orgánico entre 6.78 y 15.89 %. Su mayor abundancia, sin embargo, se presenta en sedimentos cuyo diámetro medio varía entre 13 y 47 μm , y su contenido orgánico entre 10.64 y 15.89 %. Esta especie es muy poco abundante en la Ría de Arosa.

3.6.3. Maldane glebifex.

Hay pocos datos en la bibliografía sobre la biología de esta especie. Los maldánidos son detritívoros no selectivos, que ingieren partículas de

las capas más profundas, depositando las heces en la superficie del sedimento (RHOADS & STANLEY, 1965; DAY, 1967). Maldane glebifex construye un tubo de fango aglomerado (ver figura 53) de 2 a 4 cm de grueso.

La variación temporal de la densidad y biomasa de esta especie es muy similar a la de Amphiura chiajei (fig. 52), con un dencenso acentuado en los meses de verano. Las preferencias sedimentológicas de esta especie en la Ría de Muros son las mismas que las de A. chiajei. Esta relación tan estrecha entre estas dos especies ha requerido cierto tiempo para establecerse, lo que indica que esta comunidad ha permanecido relativamente estable a lo largo del tiempo. Maldane glebifex es muy poco abundante en la Ría de Arosa.

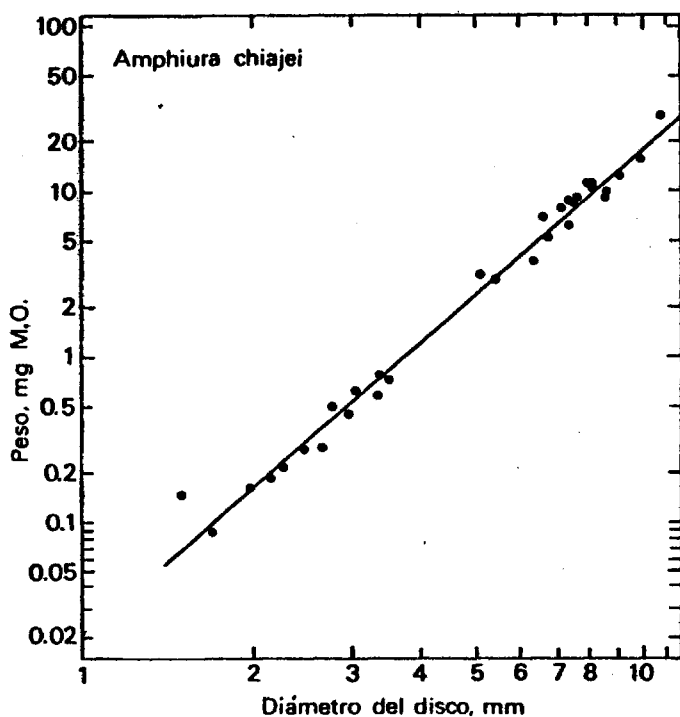


Fig. 54.- Relación entre el diámetro del disco (mm) y el peso del disco (mg M.O.) en Amphiura chiajei.

3.6.4. Sternaspis scutata.

Este poliqueto es la especie dominante en una gran área de la Ría de Arosa, aunque es muy escaso en la Ría de Muros. Es un detritívoro no selectivo (DAY, 1967).

Sternaspis scutata es relativamente abundante en las estaciones A7 y A10 de la Ría de Arosa. La variación temporal de su densidad y biomasa en estas dos estaciones se indica en la figura 55. En la estación A7, la densidad y biomasa máximas se alcanzan en verano. Sin embargo, en la estación A10 la densidad máxima se presenta en primavera y otoño, con un máximo muy marcado de biomasa en el mes de mayo.

Sternaspis scutata posee una pieza dura fácilmente medible, el scutum, por lo que la relación talla-peso puede estimarse con relativa facilidad, lo que no ocurre con otros poliquetos. Esta relación se expresa gráficamente en la figura 56, y responde a la ecuación:

$$y = 3.141 x - 0.925$$

$$R = 0.899$$

siendo x = longitud máxima del scutum en mm,

y = peso en mg M.O.

Los datos sobre la biología de esta especie son escasos, aunque siempre se ha citado como característica de sedimentos muy fangosos (GLEMAREC, 1973; MORA, 1980). En la Ría de Arosa ocupa sedimentos fangosos cuyo diámetro medio varía entre 10 y 77 μ m, y de contenido orgánico entre 11.18 y 14.68 %. Su mayor abundancia se presenta en sedimentos de 11 μ m de diámetro medio y 14.68 % de materia orgánica.

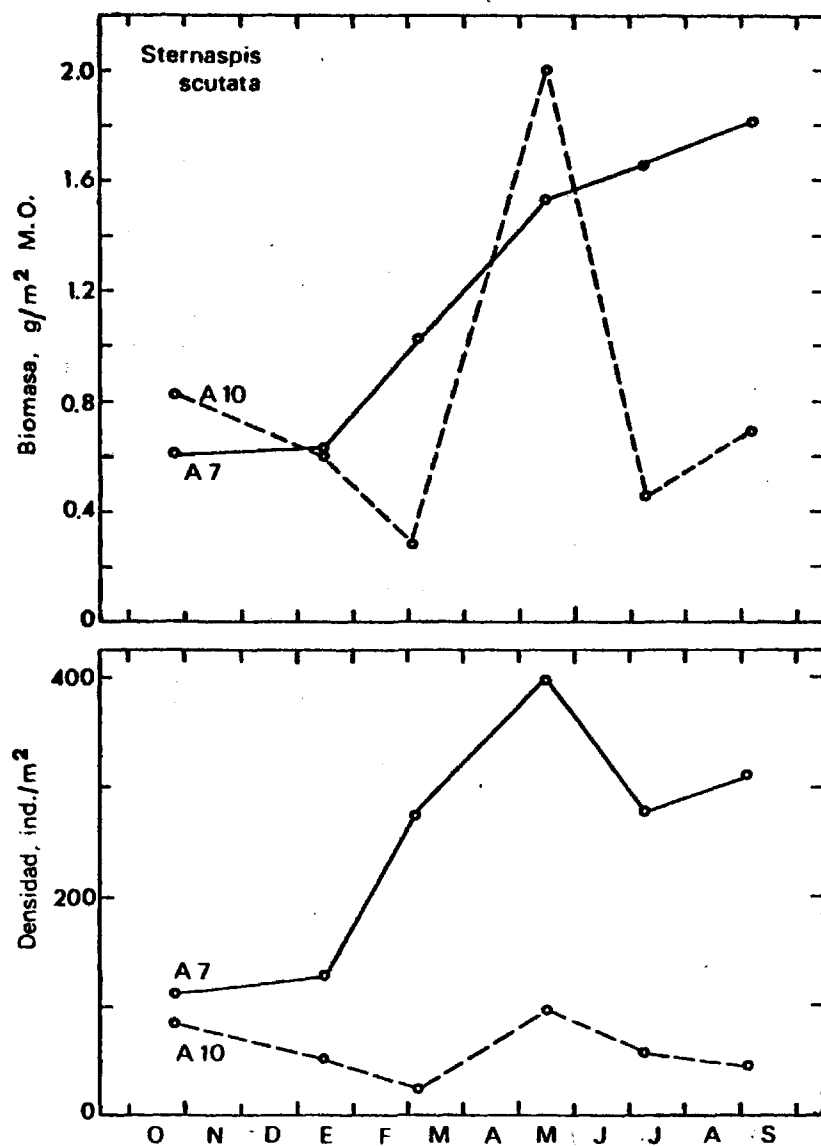


Fig. 55.- Variación temporal de la densidad y de la biomasa de Sternaspis scutata en las estaciones A7 y A10 de la Ría de Arosa.

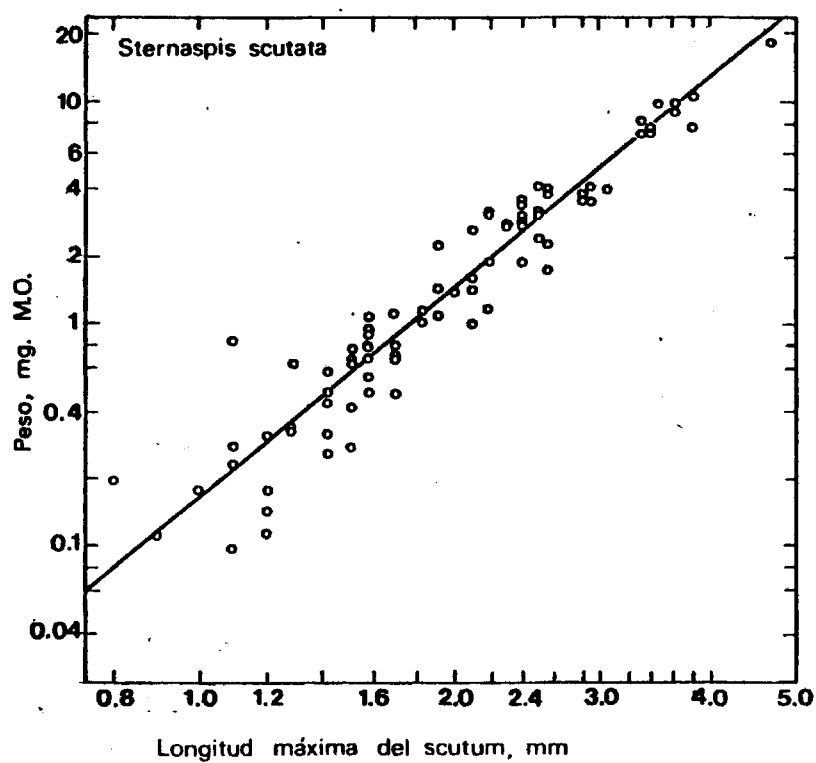


Fig. 56.- Relación entre la longitud máxima del scutum (mm) y el peso (mg M.O.) de *Sternaspis scutata*.

3.6.5. Spiochaetopterus costarum.

Esta especie es dominante en los sedimentos fangosos anóxicos de ambas rías. Spiochaetopterus sp. ha sido citado como indicador de contaminación por exceso de materia orgánica por WASS (1967), y MORA (1980) señala que es característico de los sedimentos anóxicos y muy fluidos de la parte interior de la Ría de Arosa. En la Ría de Pontevedra, esta especie se presenta en densidades muy elevadas en fondos anóxicos de alto contenido en materia orgánica (LOPEZ-JAMAR, 1978 b).

Spiochaetopterus costarum es un detritívoro de superficie que parece tolerar perfectamente niveles muy bajos de oxígeno. Según BHAUD (1975), es una especie de afinidad subtropical, por lo que su presencia en las costas gallegas debe limitarse a fondos en los que la temperatura del agua durante la época de reproducción (julio-setiembre en el Mediterráneo Norte) supere los 15 - 16 °C. Como consecuencia, su aparición en fondos de más de 20 m es rara, ya que a esta profundidad no se alcanzan las temperaturas antes mencionadas.

La variación temporal de su densidad y biomasa en las estaciones A7 y A10 de Arosa, y M6 de Muros, se indica en la figura 57. En la estación M6, hay un descenso constante de estas dos variables a lo largo del año. En la estación A10, sin embargo, los máximos se presentan en mayo-julio. En la estación A7, tanto la densidad como la biomasa de esta especie son muy bajas. Teniendo en cuenta que la profundidad de esta estación alcanza los 50 m, es muy probable que los individuos presentes de Spiochaetopterus costarum no sean capaces de reproducirse, ya que a esta profundidad la temperatura no sobrepasa los 11 - 12 °C.

En la Ría de Arosa, las densidades máximas de esta especie se localizan en sedimentos cuyo diámetro medio oscila entre 10 y 16 μ m, con un contenido orgánico que varía entre 12.92 y 14.27 %. En la Ría de Muros, el óptimo se sitúa en sedimentos de 8 a 38 μ m de diámetro medio y con un contenido orgánico que varía entre 13.45 y 16.98 %.

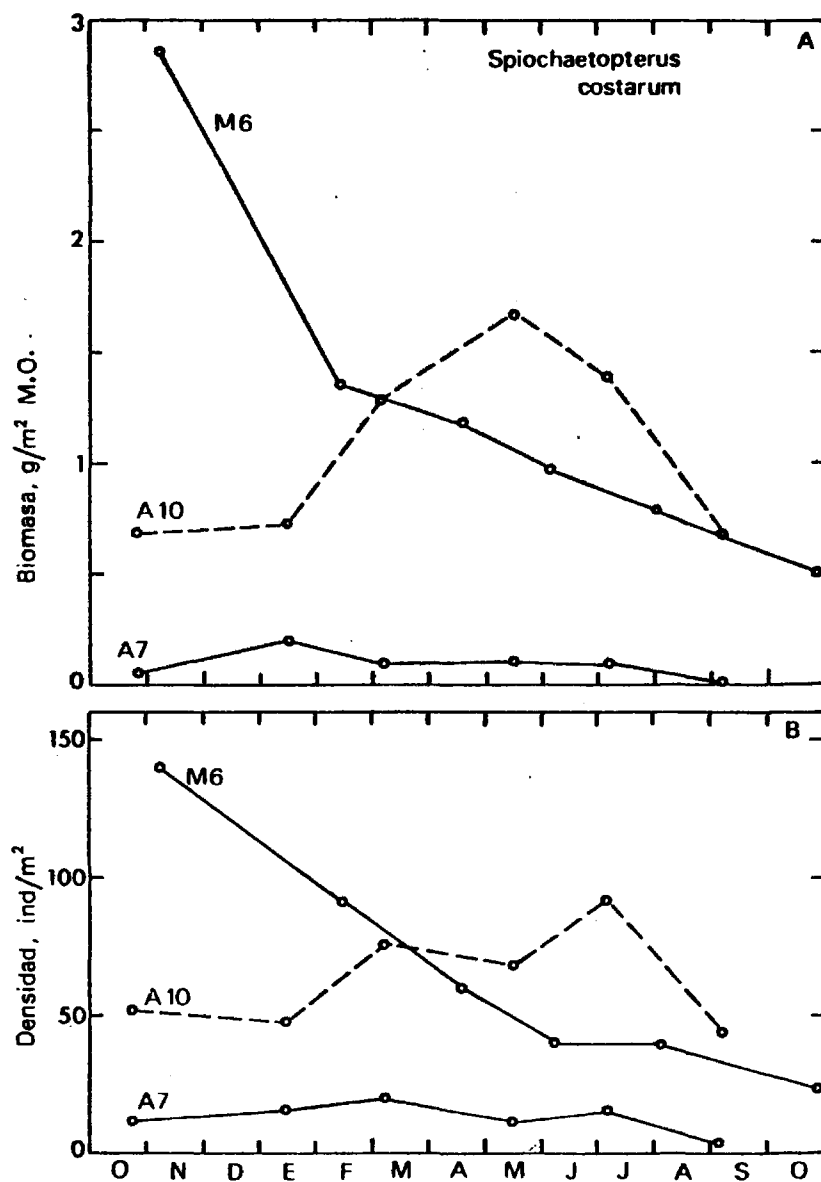


Fig. 57.- Variación temporal de la densidad y de la biomasa de *Spiochaetopterus costarum* en las estaciones A7 y A10 (Arosa) y M6 (Muros).

4. RESUMEN Y CONCLUSIONES

4. RESUMEN Y CONCLUSIONES.

Este trabajo es un estudio cuantitativo de las comunidades bentónicas infaunales de las Rías de Arosa y de Muros, así como de su distribución espacial y variación temporal durante un año. La distribución de las comunidades se ha relacionado con las características del sedimento.

En la Ría de Arosa se han podido definir dos comunidades:

- 1: Comunidad de Spiochaetopterus costarum, que ocupa sedimentos muy fangosos, con elevado contenido orgánico y condiciones anóxicas, en la parte interna de la ría.
- 2: Comunidad de Sternaspis scutata - Tharyx marioni, que habita en sedimentos fangosos de alto contenido orgánico, pero relativamente bien oxigenados (no hay olor a H₂S).

En la comunidad de Spiochaetopterus costarum, la biomasa es baja (0.19 - 2.75 g/m² M.O.), así como la diversidad (1.99 - 2.99), debido al escaso número de especies y a la dominancia de S. costarum.

La comunidad de Sternaspis scutata - Tharyx marioni presenta una biomasa moderada, pero mayor que en la anterior comunidad (1.81 - 4.85 g/m² M.O.). La diversidad es también más alta, variando entre 3.02 y 4.22.

Estas dos comunidades ocupan la mayor parte de los sedimentos de la Ría de Arosa. Sin embargo, en el área más exterior y en la zona intermedia de la orilla Norte hay un sedimento más arenoso que presenta una composición faunística muy distinta, con dominancia de moluscos y crustáceos sobre los poliquetos. En estas áreas la biomasa y la diversidad son mayores.

La variación temporal de las comunidades en la Ría de Arosa es poco importante. Su composición específica permanece relativamente estable, aunque algunas especies pueden presentar fuertes variaciones estacionales (Prionospio malmgreni, Prionospio cirrifera y Anapagurus laevis).

En la Ría de Muros, las comunidades definidas son las siguientes:

- 1: Comunidad de Amphiura filiformis - Thyone fusus, que ocupa la parte exterior y la zona sur de la ría, y habita en sedimentos arenosos con bajo contenido orgánico.

2: Comunidad de Amphiura chiajei - Maldane glebifex, en la zona media de la ría, que ocupa sedimentos fangosos relativamente bien oxigenados.

3: Comunidad de Spiochaetopterus costarum, en la parte interna y en la zona media de la orilla Norte, y que ocupa sedimentos muy fangosos y ricos en materia orgánica, en los que es evidente la producción de H_2S (condiciones predominantemente anóxicas).

La comunidad de Amphiura filiformis - Thyone fusus presenta unos valores muy altos de biomasa ($30.25 - 46.21 \text{ g/m}^2 \text{ M.O.}$). La diversidad es relativamente alta ($2.87 - 3.42$).

En la comunidad de Amphiura chiajei - Maldane glebifex, la biomasa es moderadamente alta ($8.37 - 14.80 \text{ g/m}^2 \text{ M.O.}$), y la diversidad es muy elevada: $3.92 - 4.39$.

La comunidad de Spiochaetopterus costarum presenta una biomasa más baja ($0.74 - 6.84 \text{ g/m}^2 \text{ M.O.}$), y la diversidad es también menor ($0.31 - 2.99$).

Las variaciones temporales de la infauna son poco acusadas. Igual que en la Ría de Arosa, la composición específica permanece relativamente constante, aunque algunas especies pueden presentar ciertas oscilaciones estacionales.

En general, la infauna bentónica de la Ría de Muros presenta una biomasa y una diversidad mucho mayores que en la Ría de Arosa. La única comunidad similar en ambas rías es la de Spiochaetopterus costarum.

Las diferencias existentes entre las comunidades infaunales de ambas rías responden a que la sedimentación de la materia orgánica sigue caminos distintos en cada una de ellas. En la Ría de Muros, la materia orgánica se sedimenta principalmente en forma de células fitoplanctónicas muertas, cuya degradación es rápida, por lo que su utilización por los organismos infaunales es casi inmediata. Esta materia orgánica, originada en una elevada producción primaria, es capaz de soportar altas densidades de organismos infaunales, y la aparición de anoxia sólo ocurre en áreas limitadas. En la Ría de Muros, la materia orgánica que sedimenta en el fondo es eficientemente utilizada por el sistema bentónico, por lo que en general no hay problemas de

acumulación orgánica en el sedimento.

Por el contrario, gran parte de la materia orgánica que se deposita en los fondos de la Ría de Arosa está formada por partículas fecales del mejillón, cultivado intensamente en bateas. Esta materia orgánica es mucho más refractaria: su degradación es más lenta, por lo que la velocidad de su acumulación en el fondo excede a la de su utilización por el sistema bentónico. El resultado es una acumulación neta de materia orgánica sin degradar, con la consiguiente producción de anoxia y empobrecimiento de las comunidades infaunales.

En la Ría de Arosa vemos un ejemplo de la gran influencia que la actividad humana puede ejercer sobre los ecosistemas marinos. En este caso, una actividad en teoría no contaminante, como es el cultivo intensivo del mejillón en bateas, puede producir un efecto análogo sobre las comunidades bentónicas infaunales que el que produciría una industria cuyo efluente descargase una gran cantidad de desechos orgánicos.

Se aportan también algunos datos sobre la biología y autoecología de las especies dominantes: Amphiura filiformis, Amphiura chiajei, Maldane glebifex, Sternaspis scutata y Spiochaetopterus costarum.

BIBLIOGRAFIA

- ANADON, R. 1977: Estudio ecológico de la playa de Foz, Ría de Vigo, España, durante los años 1973-1975. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- BENZECRI, J.P. 1970: La pratique de l'analyse des correspondances. Cahier No. 2 du Laboratoire des Statistiques Mathématiques. Faculté des Sciences, Paris.
- BENZECRI, J. P. 1976: L'analyse des données. Vol. 2: Correspondances. Dunod, Paris.
- BERTHOIS, L., R. BRENOT & P. AILLOUD. 1965: Essai d'interpretation morfologique et geologique de la partie continentale à l'ouest de la Péninsule Ibérique. Rev. Trav. Inst. Rech. Mar. 29 (3): 343-350.
- BHAUD, M. 1975: Rapports entre l'epoque de reproduction, biogeographie et repartition verticale. Un exemple particulier: Spiochaetopterus costarum (Annélide Polychète). Vie et Milieu, 25 (1-B): 123-146.
- BLACKITH, R.E. 1962: The handling of multiple measurements. En: Murphy, P.W. (ed.), Progress in Soil Zoology, pp 37-42.
- BLEGVAD, H. 1925: Continued study of the quantity of fish-food in the sea bottom. Rep. Dan. biol. Stn. 31: 27-56.
- BUCHANAN, J.B. 1964: A comparative study of some features of the biology of Amphiura filiformis and Amphiura chiajei (Ophiuroidea) considered in relation to their distribution. J. mar. Ass. U.K. 44: 565-576.
- BUCHANAN, J.B. & J.M. KAIN. 1971: Measurement of the physical and chemical environment. En: Methods for the study of Marine Benthos, pp 30-58. Ed. N.A. Holme & A.D. McIntyre. Oxford and Edinburgh: Blackwell Scientific Publications.
- CAMPOS, M.J. & J. MARIÑO (en prensa): Comparison of phytoplankton species composition and abundance in the Rias Arosa and Muros (NW Spain). Marine Ecology.

- CORRAL, J. & J.A. PEREIRO. 1974: Estudio de las asociaciones de copépodos planctónicos en una zona de las Islas Canarias. Boln Inst. esp. Oceanogr. nº 175.
- CORRAL, J. & M.T. ALVAREZ-OSSORIO. 1978: El zooplancton de la Ría de Arosa (NW de España). I. Composición y distribución de las comunidades en un ciclo anual. Boln Inst. esp. Oceanogr. 265: 131-163.
- DAVIS, B.N.K. 1963: A study of micro-arthropod communities in mineral soils near Corby, Nothants. J. anim. Ecol. 32, 49-71.
- DAVIS, F.M. 1925: Quantitative studies on the fauna of the sea bottom. No. 2. Results of the investigations into the Southern North Sea, 1921-24. Fishery Invest., Lond., Ser II. 8 (4): 1-50.
- DAY, J.H. 1967: A monograph on the polychaeta of Southern Africa. Part 2. Sedentaria. Trustees of the British Museum (Natural History). London: 1967, 867 pp.
- DES ARTS, L. 1910: Ueber die Lebensweise von Amphiura chiajei unter Berücksichtigung der anatomischen Verhältnisse. Bergens Mus. Aarb., No 12, 10 pp.
- ESTRADA, M. 1972: Analyse en composantes principales de données de phyto-plancton de la zone côtière de sud de l'Ebre. Inv. Pesq. 36 (1): 109-118.
- GLEMAREC, M. 1965: La faune benthique dans la partie méridionale du massif armoricain. Etude préliminaire. Cah. Biol. mar. 6: 51-66.
- GLEMAREC, M. 1973: The benthic communities of the European North Atlantic continental shelf. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 11: 263-289.
- GOMEZ GALLEG0, J. 1971: Estudio de las condiciones oceanográficas de la Ría de Arosa en verano. Boln Inst. esp. Oceanogr. 147: 1-39.
- GOMEZ GALLEG0, J. 1975: Estudio de las condiciones oceanográficas de la Ría de Arosa en invierno. Boln Inst. esp. Oceanogr. 185: 1-53.
- GREIG-SMITH, P. 1964: Quantitative plant ecology. London, 256 pp.

- HORN, H.S. 1966: Measures of "overlap" in comparative ecological studies. Am. Natur. 100: 419-424.
- HUGHES, R.N., D.L. PEER & K.H. MANN. 1972: Use of multivariate analysis to identify functional components of the benthos in St. Margaret's Bay, Nova Scotia. Limnol. Oceanogr. 17: 111-121.
- IBANEZ, F. & G. SEGUIN. 1972: Etude du cycle annuel du zooplancton d'Abidjan. Comparaison de plusieurs methodes d'analyse multivariable: composantes principales, correspondances, cordonnées principales. Inv. Pesq. 36 (1): 81-108.
- JEFFRIES, H.P. 1979: Biochemical correlates of seasonal change in marine communities. Am. Natur. 113: 643-658.
- JONES, N.S. 1950: Bottom fauna communities. Biol. Rev. 25: 283-313.
- JONES, N.S. 1952: The bottom fauna and the food of flat fish off the Cumberland coast. J. Anim. Ecol. 21: 217-252.
- KOLDIJK, W.S. 1968: Bottom sediments of the Ría de Arosa (Galicia, NW Spain). Leidse Geol. Meded. 37: 77-134.
- LAMBERT, J.M. & M.B. DALE. 1964: The use of statistics in phytosociology. Adv. Ecol. Res. 2, 59-99.
- LEVEQUE, C. & M. GABORIT. 1972: Utilisation de l'analyse factorielle des peuplements en mollusques benthiques du lac Tchad. Cah. ORSTOM sér. Hydrobiol. VI (1): 47-66.
- LIE, U. 1968: A quantitative study of benthic fauna in Puget Sound, Washington, USA, in 1963-1964. Fisk Dir. Skr. ser. Havunders. 14 (5): 229-556.
- LONGHURST, A.R. 1964: A review of the present situation in benthic synecology. Bull. Inst. oceanogr. Monaco, 63: 1-54.
- LOPEZ-JAMAR, E. 1977: Estudio preliminar del ictioplancton de la Ría de Arosa. Boln Inst. esp. Oceanogr. 232: 41-74.

- LOPEZ-JAMAR, E. 1978 a: Primeros datos sobre la biomasa y composición del bentos infaunal de la Ría de Pontevedra, en relación con el contenido en materia orgánica del sedimento. Boln Inst. esp. Oceanogr. 240: 55-69.
- LOPEZ-JAMAR, E. 1978 b: Macrobentos infaunal de la Ría de Pontevedra. Boln Inst. esp. Oceanogr. 264: 111-130.
- LOPEZ-JAMAR, E. 1981: Spatial distribution of the infaunal benthic communities of the Ría de Muros, North-West Spain. Marine Biology 63: 29-37.
- LOPEZ-JAMAR, E. (en prensa): Distribución espacial de las comunidades bentónicas infaunales de la Ría de Arosa. Boln Inst. esp. Oceanogr.
- LOPEZ-JAMAR, E. (en prensa): Amphiura chiajei Forbes, comensal de Maldane glebifex Grube, en una comunidad infaunal de la Ría de Muros. II Simposio Ibérico de Estudios del Bentos Marino. Barcelona, 1981.
- MADELAIN, F. 1967: Etude hydrologique au large de la Péninsule Ibérique. Cah. oceanogr. 19 (2): 125-136.
- MALMGREN, B, C. OVIAT, R. GERBER & H.P. JEFFRIES. 1978: Correspondence analysis: applications to biological oceanographic data. Est. Coast. Mar. Sci. 6: 429-437.
- MARE, M. 1942: A study of a marine benthic community with special reference to the micro-organisms. J. mar. Ass. U.K. 25: 417-554.
- MILLER, A.R., J. GOMEZ GALLEGO, K.R. TENORE & G. PARRILLA. 1974: Possible dependency of intensive culture of galician mussels on the mediterranean outfall. Proc. Colloq. Int. Exploit. Oceans, 2 (108): 9 pp.
- MOLANDER, A. 1928: Animal communities on soft bottom areas in the Gullmar Fjord. Kristinebergs Zoologiska Stn. 1877-1927, 2: 1-90.
- MOLINA, R. 1972: Contribución al estudio del "upwelling" frente a la costa occidental de la Península Ibérica. Boln Inst. esp. Oceanogr. 152: 1-39.
- MORA, J. 1980: Poblaciones bentónicas de la Ría de Arosa. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago.

- MORA, J., M.A. GARCIA & R. ACUÑA (en prensa): Contribución al conocimiento de las poblaciones de la macrofauna bentónica de la Ría de Pontevedra. II Simposio Ibérico de Estudios del Bentos Marino. Barcelona, 1981.
- MORISITA, M. 1959: Measurement of interspecific associations and similarity between communities. Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. (Ser E) 3: 65-80.
- MOUNTFORD, M.D. 1962: An index of similarity and its application to classificatory problems. En: Murphy, P.W. (ed.). Progress in Soil Zoology, pp 43-50.
- NIELL, F.X. & J. BUELA. 1976: Incidencia de vertidos industriales en la estructura de poblaciones intermareales. I. Distribución y abundancia de Fucáceas características. Inv. Pesq. 40 (1): 137-149.
- NIELL, F.X. & J.P. PAZO. 1978: Incidencia de vertidos industriales en la estructura de poblaciones intermareales. II. Distribución de la biomasa y de la diversidad específica de comunidades de macrófitos de facies rocosa. Inv. Pesq. 42 (2): 213-239.
- NONN, H. 1966: Les régions côtières de la Galice (Espagne). Etude geomorphologique. Publ. Fac. Lettres Univ. Strasbourg, Foundat. Baulig, 111 (3): 519 pp.
- OTTO, L. 1975: Oceanography of the Ría de Arosa (NW Spain). Koninklijk Nederlands Meteor. Inst. Meded. Verh. 96: 1-210.
- PANNEKOEK, A.J. 1966: The geomorphology of the surroundings of the Ría de Arosa (Galicia, NW Spain). Leidse Geol. Meded. 37: 7-32.
- PANNEKOEK, A.J. 1970: Additional geomorphological data on the ría area of Western Galicia (Spain). Leidse Geol. Meded. 37: 185-194.
- PENAS, E. & E. GONZALEZ (en prensa): Aplicación de análisis multivariante en un estudio de la comunidad de crustáceos decápodos braquiuros de la Ría de Arousa, NW España. Boln Inst. esp. Oceanogr.
- PETERSEN, C.G.J. 1913: Valuation of the sea. II. The animal communities of the sea bottom and their importance for marine zoogeography. Rep. Dan. biol. Stn. 21: 1-44.

- PETERSEN, C.G.J. 1915: On the animal communities of the sea bottom in the Skagerrak, the Christiania Fjord and the Danish waters. Rep. Dan. biol. Stn. 23: 1-28.
- PETERSEN, C.G.J. 1918: The sea bottom and its production of fish-food. Rep. Dan. biol. Stn. 25: 1-62.
- PETERSEN, C.G.J. & P.B. JENSEN. 1911: Valuation of the sea. I. Animal life of the sea-bottom, its food and quantity. Rep. Dan. biol. Stn. 20: 1-81.
- PIELOU, E.C. 1966: The measurement of diversity in different types of biological collections. J. Theoret. Biol. 13: 131-154.
- RHOADS, D.C. & D.J. STANLEY. 1965: Biogenic graded bedding. Jour. Sedimentary Petrology, 35 (4): 956-963.
- SANDERS, H.L. 1956: Oceanography of Long Island Sound. X. The biology of marine bottom communities. Bull. Bingham oceanogr. Coll. 15: 345-414.
- SEAL, H.L. 1964: Multivariate statistical analysis for biologists. London, 207 pp.
- SHANNON, C.E. & W. WEAVER. 1963: The mathematical theory of communication, 111 pp. Urbana: University of Illinois Press.
- SOUTHWOOD, T.R.E. 1971. Ecological methods, 391 pp. London. Chapman & Hall.
- TENORE, K.R., J.C. GOLDMAN & J.P. CLARNER. 1973: Food chain dynamics of the oyster, clam and mussel. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 12: 157-165.
- TENORE, K.R. & N. GONZALEZ. 1975: Food chain patterns in the Ría de Arosa, Spain: an area of intense mussel aquaculture. En: 10th European Symposium on Marine Biology, vol. 2. pp. 601-619. Ed. G. Persoone & E. Jaspers. Wetteren, Belgium: Universa Press.
- TENORE, K.R., J. CORRAL, R. CAL, C. GARCIA, N. GONZALEZ, E. GONZALEZ, R.B. HANSON, J. IGLESIAS, M. KROM, E. LOPEZ-JAMAR, J. McCLAIN, M. PAMATMAT, A. PEREZ, D.C. RHOADS, G. SANTIAGO, J. TIETJEN, J. WESTRICH, H.L. WINDOM (en prensa): Coastal upwelling off Galicia, NW Spain: contrasting the benthic regimes of the Rías de Arosa and de Muros. J. Mar. Res.

- THIEL, H. 1978: Benthos in upwelling regions. En: Upwelling ecosystems, pp. 124-138. Ed. R. Boje & M. Tomczak. Berlin, Springer-Verlag.
- TEX, E. den. 1961: Some preliminar results of petrological work in Galicia (NW Spain). Leidse Geol. Meded. 26: 75-91.
- THORSON, G. 1957: Bottom communities (Sublittoral or shallow shelf). Pp. 461-534 en Hedgpeth. J.W. ed.: Treatise on marine ecology and paleoecology, vol. 1. Mem. geol. Soc. Am. 67 (1).
- TRASK, P.D. 1950: Applied sedimentation. John Wiley & Sons Inc., New York, 707 pp.
- URSIN, E. 1960: A quantitative investigation of the echinoderm fauna of the North Sea. Medd. Komm. Havundersøg. Kbh., N.S., 2: 1-204.
- VIEITEZ, J.M. 1976: Ecología de poliquetos y moluscos de la playa de Meira (Ría de Vigo). I. Estudio de las comunidades. Inv. Pesq. 40 (1): 223-248.
- VIEITEZ, J.M. 1978: Comparación ecológica de dos playas de la Rías de Pontevedra y Vigo. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- WASS, M.L. 1967: Biological and physiological basis of indicator organisms and communities. Section II. Indicators of pollution. En: Pollution and marine ecology, pp 271-283. Ed.: T.A. Olson & F.J. Burgess. New York: Interscience Publishers.

